

Электронно-
вычислительная
МАШИНА

ЕС 1035

Ст. н. с. д. т. н. инж. ЖИВКО Й. ЖЕЛЕЗОВ, ст. н. с. к. т. н. инж. ГЕОРГИ
П. НИКОЛОВ, инж. НИКОЛА Й. ЩЕРЕВ, инж. ДИМИТЪР П. ПЕТРОВ,
к. т. н. инж. ЗДРАВКА И. ЯНЧЕВА, ст. н. с. инж. ПЕТЪР А. ПОПОВ, к. т. н.
инж. ХРАНТ Б. СЕТИЯН, инж. КИРИЛ Д. КИРОВ, инж. МАРГАРИТА Н.
ТЕРПЕШЕВА, инж. НЕДКО Д. БОТЕВ, ст. н. с. к. т. н. инж. ЖИВКО Б.
ПАСКАЛЕВ, инж. ХРИСТО Г. РАШЕВ, инж. ВЕСЕЛИН Д. КИСЬОВ, ст. н. с.
к. т. н. инж. ВЛАДИМИР Д. ЛАЗАРОВ

ЕЛЕКТРОННО- ИЗЧИСЛИТЕЛНА МАШИНА



ПОД ОБЩАТА РЕДАКЦИЯ НА
СТ. Н. С. Д. Т. Н. ИНЖ. ЖИВКО Й. ЖЕЛЕЗОВ

ДЪРЖАВНО ИЗДАТЕЛСТВО „ТЕХНИКА“
СОФИЯ, 1985 г.

Электронно- вычислительная МАШИНА

ЕС 1035

Под общей редакцией
Живко Й. Железова

Перевод с болгарского
В. А. Комарницкого и А. Э. Степаняна

Под редакцией
канд. техн. наук доц. В. А. Комарницкого



Москва
«Машиностроение» 1987

Электронно-вычислительная машина ЕС 1035/Пер. с болг.
Э45 В. А. Комарницкого, А. Э. Степаняна; Под ред. В. А. Ко-
марницкого. — М.: Машиностроение, 1987. — 304 с.: ил.

(В пер.): 1 р. 70 к.

В книге болгарских авторов рассмотрены принципы работы и особенности архитектуры ЭВМ ЕС 1035, являющейся моделью ЕС ЭВМ «Ряд-2». Изложены структура и организация управления процессора, выполнение операций ввода-вывода, конструкция и функционирование внутренних и внешних запоминающих устройств, управление системой с помощью пульта оператора. Особое внимание уделено современным типам накопителей на магнитных дисках и магнитной ленте, а также матричному процессору для обработки больших массивов информации.

Для специалистов в области вычислительной техники, занятых ее созданием и эксплуатацией. Будет полезна при обучении для работы на ЕС 1035.

Э 2405000000-174
038(01)-87 174-87

ББК 32.973

© Живко Йорданов Железов, Георги Петров Николов, Никола Йорданов Щерев, Димитр Панайотов Петров, Здравка Иванова Янчева, Петър Атанасов Попов, Хрант Берч Сетиян, Кирил Димитров Киров, Маргарита Николова Терпешева, Недко Добрев Ботев, Живко Борисов Паскалев, Христо Георгиев Рашев, Веселин Димов Кисьов, Владимир Димитров Лазаров, 1985
с/о Jusautor, Sofia

© Перевод на русский язык и предисловие редактора перевода, «Машиностроение», 1987

Одной из активных стран — участниц реализации обширной программы создания и развития вычислительной техники и ее программного обеспечения в странах СЭВ является Народная Республика Болгария. Выпускаемые ее промышленностью широкоизвестные устройства и системы подготовки данных, накопители на магнитных дисках разной емкости, модели ЭВМ ЕС и СМ, микроЭВМ, аппаратура для систем и сетей подготовки данных, множество пакетов прикладных программ и на базе этого функционирующие АСУ и САПР различного назначения говорят об огромном вкладе НРБ в общее дело развития экономики стран социалистического содружества, обеспечения прогресса в разных областях науки и техники и в том числе в области микроэлектроники и средств обработки информации.

Освоение производства модели ЕС 1035, являющейся представительницей ЕС ЭВМ «Ряд-2» свидетельствует о новом большом шаге вперед в производстве средств вычислительной техники в НРБ. Важность этого шага состоит не просто в освоении выпуска модели, аналогичной производимой в СССР. Большое значение здесь имеет реализация в ее составе всего передового, что было достигнуто промышленностью стран СЭВ в начале 80-х годов. Это — и полупроводниковые управляющая и оперативная памяти, и НСМД на 100 (200) М байт, и новейшие НМЛ, и пульта управления с современными пультовыми накопителями, и матричный процессор ... Все это разработано на основе современной технологии и прогрессивных инженерно-технических решений.

Обо всем перечисленном коллектив болгарских ученых и инженеров рассказывает в настоящей книге. Она написана в сжатой форме и во многом напоминает справочное руководство по ЭВМ ЕС 1035. В сравнительно небольшой по объему книге рассмотрены общие принципы построения и работы, основные принципиальные решения, принятые при построении как отдельных устройств, так и ЭВМ в целом. Для такой сложной машины, какой является рассматриваемая ЭВМ, охватить и понять все это детально, пользуясь только многотомным техническим описанием, очень трудно даже тем, кто постоянно связан с эксплуатацией и занимается ее техническим обслуживанием и ремонтом. Поэтому эта книга будет полезна как эксплуатационникам, обслуживающим ЭВМ ЕС 1035, так и тем, кто изучает данную модель на специальных курсах по подготовке обслуживающего персонала, а также преподавателям и студентам вузов, которые преподают и изучают современные достижения вычислительной техники. Она также явится хорошим дополнением к книгам по ЕС ЭВМ «Ряд-2», изданным в СССР. Некоторые из них указаны в списке дополнительной литературы, приведенном в конце книги.

В. А. Комарницкий

На современном этапе мирового развития научно-технический прогресс тесно связан с созданием и использованием электронно-вычислительной техники. В своем развитии она прошла ряд этапов, различающихся используемой элементной базой, конструктивными и технологическими решениями, логической организацией и степенью совершенства программного обеспечения.

Важнейшими техническими параметрами, характеризующими определенную электронно-вычислительную машину, являются **быстродействие и эффективность работы**. Поэтому основная тенденция в развитии электронно-вычислительной техники — это увеличение отношения производительности к стоимости и повышение надежности ЭВМ.

В последние годы утвердилось требование обеспечения взаимной согласованности и преемственности аппаратно-программных средств, что обусловило целесообразность разработки таких машин, которые представляют собой единую систему. Типичным примером этого служит создание в странах социалистического содружества *Единой системы электронно-вычислительных машин* (ЕС ЭВМ).

Единая система электронно-вычислительных машин — это семейство программно-совместимых моделей, разработанных с использованием единой элементной базы и одинаковых конструктивных и технологических решений. Они имеют общую логическую структуру, единую систему программного обеспечения и унифицированный набор периферийных устройств.

Создание ЕС ЭВМ началось по решению шести социалистических государств: НРБ, ВНР, ГДР, ПНР, ЧССР и СССР. Затем к ним присоединилась Куба. По сложности, масштабам, целенаправленности и концентрации усилий — это один из крупнейших проектов в истории технического сотрудничества между социалистическими странами.

При создании ЕС ЭВМ используются все современные достижения в области электронно-вычислительной техники — как в технологии и конструировании, так и в области программного обеспечения. Благодаря объединению знаний и усилий стран, разрабатывающих ЕС ЭВМ, электронно-вычислительная техника социалистических стран в сравнительно короткие сроки достигла

весьма высокого уровня. Модели Единой системы являются программно-совместимыми машинами третьего поколения, предназначенными для решения широкого круга научно-технических, экономических и других задач.

На настоящем этапе развития вычислительной техники характеристики отдельной ЭВМ определяют не только и не столько характеристики ее процессора, сколько подключаемые периферийные устройства и логическая организация их совместной работы. При этом имеет место развитие по двум направлениям:

переход от фиксированного набора технических средств к системам с переменным составом, так называемым *открытым системам*;

организация параллельной работы множества периферийных устройств при широком использовании возможностей мультипрограммирования.

Для участия устройства в работе открытой системы необходимы система команд, аппаратура связи и логика управления, которые позволяли бы включать устройство и осуществлять его связь с другими элементами системы в зависимости от характера программы, а также допускали бы возможность добавления новых кабельных связей.

Основное преимущество открытой системы заключается в том, что в зависимости от потребностей конкретного пользователя она создает возможность формировать наиболее эффективный и целесообразный набор устройств из имеющегося ассортимента. Моральное старение подобной ЭВМ происходит намного медленнее, поскольку возможны ее расширение и модернизация путем подключения разнообразных устройств из новых разработок.

Единая система ЭВМ непрерывно развивается. Причем, если в рамках этой системы одна страна, например, совершенствует качественные характеристики определенной продукции, то другая — непрерывно развивает программное обеспечение и т. д. В семейство ЕС ЭВМ «Ряд 1» входят модели: ЕС 1010, ЕС 1020, ЕС 1030, ЕС 1040. Эти модели имеют модификации: ЕС 1012, ЕС 1022, ЕС 1033 и ЕС 1052.

К следующему поколению ЕС ЭВМ относятся модели: ЕС 1015, ЕС 1025, ЕС 1035, ЕС 1045, ЕС 1055, ЕС 1060, образующие семейство «Ряд-2».

НРБ активно участвует в создании Единой системы ЭВМ. Болгарские специалисты приняли активное участие в создании центрального процессора ЭВМ ЕС 1020, с которого началось плодотворное сотрудничество с Советским Союзом в области электронно-вычислительной техники. ЕС 1020 — универсальная машина, относящаяся к категории машин средней производительности. Она была успешно внедрена в производство в 1972—1973 гг. и за короткое время стала одной из массовых машин ЕС. Спустя несколько лет была освоена в производстве ее модификация —

ЕС 1022, которая обладает повышенной производительностью.

Новым, значительным достижением в развитии, разработке и производстве современных ЭВМ является создание ЭВМ ЕС 1035, характеризующейся еще бóльшим быстродействием, усовершенствованной системой диагностики, повышенной точностью вычислений и имеющей виртуальную организацию памяти.

ЭВМ ЕС 1035 является одной из основных моделей вычислительных машин среднего класса, которые разработаны на втором этапе развития Единой системы. Она программно совместима с остальными моделями ЕС ЭВМ и предназначена для решения широкого круга научно-технических, экономических, информационно-логических и других задач как в автономном режиме работы, так и в системах обработки информации в режимах реального времени, разделения времени и диалога. Машина выполняет 160 тыс. операций в секунду, и ее производительность значительно выше по сравнению с производительностью моделей ЕС 1020 и ЕС 1022.

Цель авторов данной книги — познакомить читателя с характеристиками, структурой и принципами функционирования основных устройств, входящих в систему ЕС 1035.

Введение и гл. 1 написал Ж. Железов, гл. 2 — Г. Николов, гл. 3 — Н. Шерев, гл. 4 — Д. Петров, гл. 5 — З. Янчева, гл. 6 — П. Попов, гл. 7 — Х. Сетиян и К. Киров, гл. 8 — М. Терпешева, Н. Ботев и Ж. Паскалев, гл. 9 — Х. Рашев и В. Кисев, гл. 10 — В. Лазаров.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
СИСТЕМЫ ЕС 1035

1.1. РАЗВИТИЕ ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ

В ЭВМ ЕС 1035 использованы многие технические решения, присущие машинам семейства «Ряд-1». Однако наряду с этим в ней содержится ряд новых программно-аппаратных средств, которые находятся на значительно более высоком техническом уровне по сравнению с уровнями предшествующих моделей.

Перезагружаемая микропрограммная управляющая память. В ЭВМ ЕС 1035 имеется *управляющая память*, представляющая собой запоминающее устройство на интегральных схемах, которое предназначено для хранения микропрограмм. Их ввод производится с гибкого магнитного диска (ГМД) с помощью пультажного накопителя на ГМД. Пользователь имеет возможность загружать необходимые микропрограммы, а также разрабатывать дополнительные и тем самым расширять их набор. Перезагрузка управляющей памяти обеспечивает простоту и удобство при изменении конфигурации ЭВМ.

Система диагностики. С помощью специального набора диагностических микропрограмм, вводимых с пультажного накопителя, в ЭВМ ЕС 1035 реализована возможность автоматической локализации и индикации неисправностей. Точность локализации вполне достаточна для их оперативного устранения. Продолжительность проверки работоспособности процессора с помощью системы микродиагностики составляет 10—15 мин.

Средства повышения надежности, например, дают возможность автоматически устранять отдельные ошибки при выборке из памяти. Для этого при каждой записи в оперативную или управляющую память формируется корректирующий код, который также записывается в соответствующую память. В дальнейшем при считывании с помощью этих кодов анализируется наличие ошибок. При этом обеспечивается обнаружение и фиксация двойных ошибок и автоматическое исправление одиночных.

В случае обнаружения ошибок в процессоре отдельные микрокоманды повторяются автоматически. Для этого передается управление микропрограмме повторения, которая восстанавливает ситуацию, предшествовавшую ошибке. Затем осуществляется переход на тот участок микропрограммы, где была обнаружена ошибка. Микрокоманда, соответствующая моменту возникновения ошибки, повторяется до 8 раз. При успешном ее выполнении продол-

жается нормальная работа машины, а ошибка как сбой регистрируется в памяти для проведения последующего анализа.

Организация виртуальной памяти. Существенным отличием архитектуры ЕС 1035 является возможность *организации виртуальной памяти*. При этом способе организации имитируется работа оперативной памяти со значительно более высокими возможностями по сравнению с имеющейся реальной оперативной памятью. Моделируемая (так называемая математическая) оперативная память организуется посредством использования внешнего запоминающего устройства (накопителя) на магнитных дисках (НМД).

В каждый заданный момент в реальной памяти находится именно та информация, которая необходима для работы ЭВМ с конкретной программой (или программами). Остальная информация сохраняется на магнитных дисках. Переадресация и перенос информации производятся без вмешательства пользователя.

Наличие организации виртуальной памяти позволяет программисту использовать адресуемую память емкостью до 16М байт. Организация виртуальной памяти значительно облегчает программирование и позволяет эффективнее использовать оперативную память.

ЭВМ ЕС 1035 комплектуется операционными системами ДОС-3 и ОС-6.1, которые позволяют использовать виртуальные средства. Машина может работать и с операционными системами старых версий: ОС-4 и ДОС-2.

Блок-мультиплексный режим. Селекторный канал в блок-мультиплексном режиме может связываться одновременно с несколькими устройствами; при этом повышается скорость передачи данных через интерфейс и относительно снижается время, затрачиваемое на ожидание (поиск).

Блок-мультиплексный режим значительно повышает быстродействие селекторных каналов и дает возможность иметь в них до 512 подканалов.

Повышение производительности. Значительное повышение производительности ЭВМ ЕС 1035 достигнуто благодаря эффективной организации процессора ЕС 2635, усовершенствованному микропрограммному управлению, расширению информационных магистралей и использованию быстродействующих логических элементов.

Процессор в ЕС 1035 комплектуется полупроводниковой оперативной памятью емкостью 1М байт, построенной на базе запоминающих интегральных схем, имеющих емкость 4К бит на корпус. Замена ферритной памяти полупроводниковой способствует сокращению времени доступа к ней, сокращению ее объема и повышению надежности машины.

Специализированный процессор для матричных вычислений. Такой процессор служит мощным средством повышения производительности ЭВМ в ряде специфических областей применения,

характеризующихся значительным объемом однотипных вычислительных процедур.

Матричный процессор ЕС 2335 предназначен для быстрой и эффективной обработки значительных массивов цифровых данных, представленных в виде матриц или векторов. Подобная обработка используется в таких областях, как сейсмические исследования, турбулентные движения, обработка изображений, космические исследования, ядерная физика, арифметические действия над матрицами, математическая статистика, дифференциальные уравнения, цифровая обработка сигналов и др. При подключении процессора ЕС 2335 к системе ЕС 1035 ее производительность возрастает в несколько десятков раз.

Связь матричного процессора ЕС 2335 с центральным процессором осуществляется через модифицированный селекторный канал — так называемый *интегрированный канальный адаптер* (ИКА). Последний устанавливается вместо IV селекторного канала и пользуется его приоритетом.

Работа ЕС 2335 основана на методе доступа матричного процессора (МДМП), который исключает необходимость детального системного программирования при решении задач матричной и векторной алгебры.

Помимо базового программного обеспечения ЕС 2335 пользователям предлагаются и пакеты прикладных программ, ориентированные на самые различные области применения.

1.2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ЕС 1035

Электронно-вычислительная система ЕС 1035 выполнена по модульному принципу. Она является открытой системой, однако существуют определенные ограничения в отношении минимального набора технических средств, зависящие от выбираемого базового программного обеспечения. Минимальная конфигурация может расширяться в зависимости от потребностей пользователя как путем добавления новых технических средств, так и путем дублирования для повышения общей надежности системы.

Процессор ЕС 2635 образует ядро вычислительной машины ЕС 1035. Он имеет два основных варианта исполнения: ЕС 2635.03 и ЕС 2635.21. В обоих из них имеются:

- пульт оператора ЕС 1535.01 (или ЕС 1535.03);
- пультовой накопитель для ввода микропрограмм ЕС 3535;
- устройство электропитания процессора ЕС 0835.01;
- оперативная память ЕС 3238.E000.01 емкостью 1М байт, расположенная в стойке процессора.

Различие в вариантах состоит в используемом центральном процессоре, в качестве которого в ЕС 2635.03 служит ЕС 2435, а в ЕС 2635.21—ЕС 2435.21. Центральный процессор ЕС 2435

1.1. Базовый состав устройств ЭВМ ЕС 1035

Устройство	Шифр	Количество, шт.
Процессор	ЕС 2635.03 *	1
Устройство управления НМЛ	ЕС 5525.05	1
НМЛ	ЕС 5612 или ЕС 5003.03	4
Устройство управления НМД емкостью 100 (200)М байт	ЕС 5567	1
Управляющий модуль НМД емкостью 100 (200)М байт	ЕС 5667	1
НМД емкостью 100М байт	ЕС 5067.02 **	2
Устройство ввода с перфокарт	ЕС 6019	1
Алфавитно-цифровое печатающее устройство	ЕС 7033	1

* Если в состав ЭВМ ЕС 1035 включен процессор ЕС 2635.21, то к перечисленным в табл. 1.1 устройствам требуется добавить специализированный процессор для матричных вычислений ЕС 2335.

** Либо два НМД емкостью по 200М байт — ЕС 5067.

имеет один мультиплексный и четыре селекторных канала, а в ЕС 2435.21 вместо четвертого селекторного канала вмонтирован интегрированный канальный адаптер, через который осуществляется связь ЕС 2635.21 с матричным процессором.

Технические средства, включаемые в минимальный базовый состав устройства ЭВМ ЕС 1035, приведены в табл. 1.1.

В комплектацию ЕС 1035 дополнительно могут входить устройства вывода на перфокарты ЕС 7010, ввода-вывода на перфоленту ЕС 7903. По желанию пользователя в состав системы могут быть также включены вспомогательные технические средства, такие, как контрольные пакеты магнитных дисков (ИЗОТ А544Е на 100М байт и ИЗОТ А529Е на 200М байт), контрольная и стендовая аппаратура для проверки и настройки магнитных дисков, лент, головок, оперативной памяти, а также дополнительный тракт внешней памяти на 29М-байтных дисках, состоящий из устройства управления ЕС 5561, НМД ЕС 5061 со сменными пакетами дисков ЕС 5261 и контрольным пакетом дисков ЕС А528.

Построение системы ЕС 1035 полностью основано на концепциях ЕС ЭВМ. Система обладает программной совместимостью как со старыми, так и с разрабатываемыми в настоящее время современными моделями ЕС ЭВМ. Производительность машины составляет 160 тыс. операций в секунду.

Помимо перечисленного в 1.1, в систему команд ЭВМ ЕС 1035 включены команды арифметических операций над 128-разрядными операндами в форме с плавающей запятой. Мантисса этих операндов рассчитана на 28 шестнадцатеричных цифр, что обеспечивает возможность значительного повышения точности вычислений.

В ЕС 1035 используется динамическое преобразование адресов. Это позволяет обходиться без назна-

чения фиксированных областей реальной оперативной памяти для отдельных программ, обеспечивает значительную свободу при программировании, поскольку снижает ограничения, связанные с адресацией, и тем самым способствует рациональному использованию оперативной памяти. Адресация данных в каналах выполняется *к о с в е н н о*, благодаря чему при операциях ввода-вывода производится преобразование адресов.

Система ЕС 1035 имеет один мультиплексный и четыре селекторных канала. К мультиплексному каналу подключают относительно медленно работающие периферийные устройства, такие, как печатающие и др. Селекторные же каналы предназначены для включения быстродействующих устройств непрерываемого действия, которые могут работать в *монопольном* или *блок-мультиплексном режиме*. Блок-мультиплексный режим позволяет организовать параллельную работу нескольких высокоскоростных устройств и обеспечивает повышение эффективности управления периферийными устройствами.

Базовое программное обеспечение ЕС 1035 включает *дисковую операционную систему ДОС-3* и *комплект программ технического обслуживания (КПО)*.

Дисковая операционная система ДОС-3 характеризуется:

использованием пакетной обработки;

эффективным мультипрограммированием, позволяющим одновременно выполнять до трех независимых задач;

независимостью программ от конкретных периферийных устройств;

возможностью создания и использования системных и личных библиотек, сохраняемых как в виде программ, написанных на исходном языке программирования, так и после трансляции в виде готовых к выполнению программ.

Дисковая операционная система автоматизирует процесс подготовки и использования программ и обеспечивает высокую производительность труда программистов, операторов и обслуживающего персонала.

Комплект программ технического обслуживания предназначен для проверки правильности функционирования технических средств, входящих в состав ЭВМ ЕС 1035.

Высокие технико-экономические показатели ЭВМ ЕС 1035 могут быть оценены в различных аспектах. На первое место в этой ЭВМ выдвигаются качественно новые возможности по сравнению с теми, которые были достигнуты в машинах «Ряд-1». Особенно важными являются возможности организации виртуальной памяти, которые значительно расширяют круг решаемых машиной задач и повышают ее эффективность.

Другим важным преимуществом является совместимость с моделями «Ряд-1» и с ЭВМ серии «Минск». Это создает возможность заменять последние машинами ЕС 1035 без перепрограммирования решаемых задач.

Подключение НМД ЕС 5067.02 емкостью $2 \times 100\text{М}$ байт к первому селекторному каналу ЭВМ ЕС 1035 обеспечивает:
снижение времени доступа к памяти на дисках;
увеличение скорости обмена;
возможность работы в блок-мультиплексном режиме;
увеличение емкости памяти, работающей с первым селекторным каналом, почти на порядок;
облегчение программистам создание библиотек и работы с ними;
возможность использования новой, более мощной операционной системы.

ЭВМ ЕС 1035 имеет общее назначение. Она может использоваться для оснащения автономных вычислительных центров в низшем и среднем звеньях автоматизированных систем управления.

ЭВМ ЕС 1035 может эксплуатироваться в следующих климатических условиях:

Температура окружающей среды — $10 - 35^\circ\text{C}$

Относительная влажность воздуха при 30°C — $40 - 80\%$

Атмосферное давление — $84,0 - 106,7$ кПа

Для обеспечения оптимальных условий работы обслуживающего персонала и оптимальных условий эксплуатации носителей информации предпочтительны следующие условия работы ЭВМ ЕС 1035:

Температура окружающей среды — $20 \pm 5^\circ\text{C}$

Относительная влажность воздуха — $65 \pm 15\%$

1.3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УСТРОЙСТВ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ ЭВМ ЕС 1035

1.3.1. Процессор ЕС 2635

Процессор предназначен для обработки информации в соответствии с заданными программами и для организации работы каналов с устройствами ввода-вывода (УВВ).

Основные технические характеристики ЕС 2635

Число команд — 172

Принцип управления — Микропрограммный

Система счисления — Двоичная и десятичная

Форма представления чисел — С фиксированной и плавающей запятой

Емкость оперативной памяти — $1 - 4\text{М}$ байт

Цикл обращения к оперативной памяти — $1,2$ мкс

Цикл обращения к управляющей памяти — $0,2$ мкс

Пропускная способность мультиплексного канала — 40 кбайт/с в мультиплексном режиме и 280 кбайт/с в монопольном режиме

Пропускная способность селекторного канала — До 1 Мбайт/с

Максимальное число устройств управления, которые могут быть подключены к одному каналу — 8

Максимальное число внешних устройств, которые могут быть адресованы по одному каналу — 256

Питание — от трехфазной сети переменного тока частотой (50 ± 1) Гц и напряжением 380/220 В с допустимыми отклонениями в пределах от ± 10 до -15%
Потребляемая мощность — 17 кВА

1.3.2. Устройство управления накопителями на магнитных лентах ЕС 5525.05

Устройство предназначено для управления обменом информацией между процессором и НМЛ типа ЕС 5612 или ЕС 5003.03 (см. 9.1). К нему может быть подключено до восьми НМЛ.

Устройство управления ЕС 5525.05 может осуществлять управление накопителями, в которых рабочая скорость протяжки МЛ равна 2, 3 или 5 м/с. Скорость обмена информацией зависит от скорости движения ленты, а также от метода магнитной записи (табл. 1.2).

Устройство управления ЕС 5525.05 осуществляет контроль как обрабатываемой информации, так и в целом аппаратуры и внешнего запоминающего устройства на магнитной ленте (ВЗУ МЛ). Питание от сети трехфазного тока, потребляемая мощность 2 кВА.

1.2. Скорость обмена информацией с НМЛ в зависимости от метода записи и скорости движения МЛ

Метод записи	Скорость обмена, кбайт/с		
	2 м/с	3 м/с	5 м/с
БВН-1	64	96	160
ФК	126	189	315

Примечание. БВН-1 — метод записи без возвращения к нулю с реакцией на входные сигналы кода единицы; ФК — метод записи с фазовым кодированием.

1.3.3. Накопитель на магнитной ленте ЕС 5612

Устройство ЕС 5612 предназначено для приема-выдачи и хранения информации на магнитной ленте. В нем используются два метода записи: БВН-1 и ФК. Магнитная лента должна соответствовать требованиям ГОСТ 20958—75 и ИСО/М 1864—75.

Основные технические характеристики ЕС 5612

Рабочая скорость — 3 м/с

Плотность записи:

при БВН-1 — 32 бит/мм

при ФК — 63 бит/мм

Число дорожек на ленте — 9

Расстояние между зонами — не менее 15,2 мм

Скорость обмена:

при БВН-1 — 96 кбайт/с

при ФК — 189 кбайт/с

Время пуска-останов — 6 мс
Расположение информации — согласно требованиям ИСО
Потребляемая мощность — 2 кВА

1.3.4. Устройство управления накопителями на магнитных дисках ЕС 5567

Устройство ЕС 5567 предназначено для управления обменом информацией между процессором и НМД емкостью 100 и (или) 200М байт (соответственно ЕС 5067.02 или ЕС.5067). К нему может быть подключено до четырех управляющих модулей ЕС 5567, а к каждому модулю — до восьми приводов шпинделей пакетов дисков емкостью по 100 (200)М байт.

В ЕС 5567 встроены двухканальный переключатель, который позволяет подключать устройство управления к двум каналам одной или различных ЭВМ. Устройство ЕС 5567 подробно описано в 8.1.

Основные технические характеристики ЕС 5567

Число подключаемых управляющих модулей — 4

Число приводов шпинделей пакетов дисков, управляемых одним модулем — 8

Формат размещения данных на дорожках сменных магнитных дисков — в соответствии с международным стандартом записи данных на дисках пакетов емкостью 100 (200)М байт

Скорость обмена информацией между устройством управления и каналом — 806 кбайт/с

При выполнении цепочки команд, управляющих перемещением механизма доступа, до окончания его установки устройство отключается от канала, сохраняя в целостности информацию, необходимую для продолжения работы с данным НМД.

Обнаружение и устранение ошибок осуществляется с помощью корректирующего кода ЕСС и повторения команд (повторение команд производится в тех случаях, когда обнаруживаются некорректируемые ошибки)

Производится подсчет числа обращений, восстанавливаемых и невозстанавливаемых ошибок, а также общего числа обработанных байтов

Диагностический режим — диагностика подсистем посредством микродиагностических тестов, вводимых с гибкого магнитного диска

Потребляемая мощность — 3,1 кВА

1.3.5. Управляющий модуль ЕС 5667 для накопителей на магнитных дисках

Устройство ЕС 5667 используется как согласующее средство связи накопителей со сменными магнитными дисками типа ЕС 5067.02 и ЕС.5067 с моделями ЭВМ ЕС «Ряд-2» (см. 8.2).

Посредством управляющего модуля ЕС 5667 управляемые НМД подключаются или непосредственно к моделям «Ряд-2» через их интегрированные средства подключения накопителей или к устройству управления ЕС 5567.

Основные технические характеристики ЕС 5667

Число управляемых приводов шпинделей пакетов дисков емкостью по 100 (200)М байт — 8

Синхронизация записи согласуется с частотой вращения диска

Осуществляется преобразование параллельной формы представления информации в последовательную и обратно

Производится контроль и обработка информации о состоянии накопителей

Отыскиваются и корректируются ошибки в информации

Потребляемая мощность — 500 ВА

1.3.6. Накопитель на магнитных дисках ЕС 5067.02

В накопителе в качестве носителей информации используются пакеты сменных магнитных дисков. Он подключается к ЭВМ посредством устройства управления ЕС 5567 и управляющего модуля ЕС 5667.

Механизм доступа НМД состоит из линейного электромагнитного двигателя с подвижной катушкой и перемещаемой ею каретки, на которой укреплены магнитные головки записи-воспроизведения и головка считывания управляющих сигналов (сервоголовка). Сервоголовка используется для установки и удержания каретки на заданном цилиндре посредством сигналов, формируемых по воспроизводимой управляющей информации, записываемой на специальной поверхности (сервоповерхности) заводом—изготовителем пакетов дисков. После того как с помощью управляющей системы магнитные головки оказываются установленными на заданном цилиндре, любая из них может быть выбрана с помощью электронного коммутатора. В этом состоянии НМД готов к записи или считыванию информации. Схемы записи-считывания информации управляют как выбором конкретной магнитной головки, так и собственно процессами записи и считывания данных. Передача информации при этом производится последовательно.

В НМД могут искусственно создаваться ситуации, соответствующие 15 видам неисправностей. С их помощью проверяется надежность хранения данных. Устройство накопителя подробно описано в 8.3.1.

Основные технические характеристики НМД ЕС 5067.02

Емкость пакетов дисков — $2 \times 100\text{М}$ байт

Тип используемых дисков — ЕС 5266.01 или эквивалентные согласно стандарту ИСО

Скорость передачи данных — 806 кбайт/с

Максимальная продольная плотность записи — 159 бит/мм

Число дисков в пакете — 12 (из них 2 защитных)

Число рабочих поверхностей в пакете — 19

Число сервоповерхностей в пакете — 1

Число головок на поверхности — 1

Число цилиндров в пакете — $404 + 7$ резервных

Минимальное время выбора цилиндра — 10 мс

Скорость вращения дисков — 3600 ± 72 об/мин

Время разгона пакета — 20 с

Потребляемая мощность — не более 5 кВА

1.3.7. Устройство ввода с перфокарт ЕС 6019

Устройство ЕС 6019 предназначено для считывания информации с перфокарт и передачи ее на обработку в ЭВМ. Устройство может подключаться как к селекторному, так и к мультиплексному

каналам, и может работать в мультиплексном и монопольном режимах. Считывание информации возможно как с преобразованием кодов, так и без преобразования. Режим считывания определяется кодом команды.

Основные технические характеристики устройства ЕС 6019

Максимальная скорость считывания — 1200 карт/мин
Носитель информации — 45- или 80-колоновые перфокарты
Размещение кодов перфорируемых символов — по колонному
Способ считывания — фотоэлектрический, по колонному
Емкость подающего магазина — 1850 ± 100 карт
Емкость приемных карманов — 1850 ± 100 и 300 ± 60 карт

1.3.8. Алфавитно-цифровое печатающее устройство ЕС 7033

Печатающее устройство предназначено для печати алфавитно-цифровой информации на широкой бумажной ленте. Оно может быть подключено к мультиплексному или селекторному каналу и принимать информацию от ЭВМ в мультиплексном или монопольном режиме.

Принцип действия устройства ЕС 7033 асинхронный. Информация, предназначенная для печати в одной строке (до 160 байт) заносится в буферную память. После заполнения буферной памяти печать символов строки производится независимо от работы процессора.

В устройстве предусмотрен схемный контроль по модулю 2, который обеспечивает контроль печатаемой информации при ее передаче от процессора к буферной памяти и от буферной памяти к печатающему механизму.

В устройстве есть инженерный пульт, на котором расположены органы управления и средства индикации.

Основные технические характеристики устройства ЕС 7033

Скорость печати — 550, 1100 строк/мин
Число символов, печатаемых в строке — 120, 128 и 160
Размер печатаемых символов — $2,1 \times 1,4$ мм
Максимальное число символов в одной строке — 160
Шаг между разрядами в строке — 2,54 мм
Набор символов — 85 (буквы славянского и латинского алфавитов, цифры, специальные знаки)
Ширина бумажной ленты — 100—458 мм
Количество печатаемых экземпляров — 1 оригинал и до 5 копий
Потребляемая мощность — 3,5 кВА

1.3.9. Устройство вывода на перфокарты ЕС 7010

Устройство ЕС 7010 используется для вывода информации из ЭВМ на 80-колоновые перфокарты. Перфорирование может осуществляться как после схемного преобразования кода ДКОИ в код КПК-12, так и без него, непосредственно в коде ДКОИ. Режим перфорирования определяется кодом команды.

Устройство имеет буферную память емкостью 256 байт, работающую асинхронно. После заполнения буферной памяти

устройство отключается от канала и перфорация карт происходит независимо от работы процессора. Максимальное количество информации, которое соответствует такому заполнению, составляет 160 байт. Правильность выходной перфорации проверяется автоматически посредством последующего контрольного считывания перфокарт.

Связь устройства с процессором осуществляется через мультиплексный или селекторный канал. Соответственно возможна работа в мультиплексном или монопольном режиме; задание режима производится или командой через канал, или с помощью переключателя, расположенного на инженерном пульте.

Основные технические характеристики устройства ЕС 7010

Максимальная скорость перфорации — 100 карт/мин

Носитель информации — 80-колонные перфокарты

Принцип перфорации — электромеханический

Коэффициент заполнения перфокарт — до 0,7

Емкость подающего магазина — 700 перфокарт

Число приемных карманов — 2

Емкость приемных карманов — по 500 карт

Потребляемая мощность — 1 кВА

1.3.10. Комбинированное перфолентное устройство ввода-вывода ЕС 7903

Устройство предназначено для считывания и ввода информации, нанесенной на многодорожечную бумажную перфоленту, или для вывода информации в виде отверстий на перфоленте. Возможна работа в монопольном или в мультиплексном режиме.

В качестве носителей информации используются бумажные перфоленты, соответствующие ГОСТ 1391—70. В устройстве предусмотрена возможность автоматического обнаружения случайных обрывов или окончания ленты.

Основные технические характеристики устройства ЕС 7903

Скорость ввода — 1500 строк/с

Скорость вывода — 150 ± 15 строк/с

Путь торможения ленты — не более 1,5 мм

Контроль информации — по четности или нечетности

Потребляемая мощность — 0,8 кВА

1.3.11. Устройство ввода с перфоленты ЕС 6022

Устройство предназначено для работы в двух основных режимах, в зависимости от того, считывается ли информация с преобразованием или без преобразования кода. Считывание с преобразованием может осуществляться либо с контролем по четности (нечетности), либо без контроля. Вид контроля задается оператором с помощью переключателя на пульте устройства. Считывание с преобразованием кода производится только с 8-дорожечных перфолент.

Устройство ЕС 6022 подключается к процессору через мультиплексный или селекторный канал. Оно может работать соответ-

ственно в мультиплексном или монопольном режиме. Режим задается либо командой через канал, либо положением специального переключателя на пульте устройства.

Основные технические характеристики устройства ЕС 6022

Скорость считывания — 1500 строк/с
Носитель информации — 5- ... 8-дорожечная перфолента
Способ считывания — фотоэлектрический
Режим перемещения ленты — старт-стопный
Потребляемая мощность — 0,8 кВА

1.3.12. Устройство вывода на перфоленту ЕС 7022

Устройство осуществляет вывод данных на 5- или 8-дорожечную перфоленту. При автоматическом преобразовании кода КОИ-8 в код КОИ-7 одновременно происходит пробивка отверстий на дорожке контрольных разрядов согласно условию дополнения числа отверстий в каждой строке до четного. Существует и другой режим работы, при котором вывод данных производится без преобразования кодов (режим копирования). В этом режиме контрольный разряд либо отсутствует, либо число отверстий для каждого перфорируемого символа дополняется до четного или нечетного числа. Одновременно с перфорацией строки кодовых отверстий перфорируется и отверстие для транспортного колеса, с помощью которого лента осуществляет пошаговое перемещение. Режим работы устройства определяется либо посредством команд, поступающих через канал, либо положением переключателя на пульте устройства.

Устройство вывода подключается к каналу так же, как и устройство ввода ЕС 6022. Оно также может работать в мультиплексном и монопольном режимах.

Основные технические характеристики устройства ЕС 7022

Типы перфолент — 5- и 8-дорожечные (шириной 17,5 и 25,4 мм соответственно)
Диаметр катушки — 200 ± 6 мм
Максимальная скорость вывода — 150 строк/с
Способ перфорации — электромеханический
Контроль — поступающей от процессора информации (по модулю 2), правильности преобразования кодов, действительности (допустимости) кодов символов, целости ленты, исправности оборудования
Потребляемая мощность — 0,6 кВА

1.3.13. Устройство управления НМД ЕС 5561

Устройство ЕС 5561 предназначено для управления обменом информацией между процессором и НМД ЕС 5061. Оно может управлять восемью накопителями, а также может подключаться к двум каналам ввода-вывода ЭВМ. Обмен данными осуществляется в монопольном режиме.

Основные технические характеристики устройства ЕС 5561

Скорость передачи информации — 312 кбайт/с
Принцип управления — микропрограммный
Контроль — правильности передаваемых данных
Потребляемая мощность — 1 кВА

1.3.14. Накопитель на магнитных дисках ЕС 5061

Накопитель ЕС 5061 обеспечивает возможность записи, хранения и считывания информации при ее обработке. Запись осуществляется по способу двойной частоты. Информация записывается на диски пакета без контрольных разрядов. Для контроля поступающей информации используются байты циклического контроля, записываемые в конце каждого массива передаваемой информации. В процессе считывания информации с диска происходит выработка контрольного кода, который сравнивается с кодом, записанным на диске. В случае их несовпадения вырабатывается сигнал ошибки.

Основные технические характеристики накопителя ЕС 5061

Емкость пакетов дисков — 29М байт
Число дисков в пакете — 11
Число рабочих поверхностей — 20
Число дорожек на каждой поверхности — 203 (из них 3 запасных)
Максимальная продольная плотность записи — 88 бит/мм
Диаметр диска пакета — 356 мм
Скорость вращения диска — 2400 об/мин $\pm 2\%$
Число магнитных головок — 20
Потребляемая мощность — 1,5 кВА

1.3.15. Матричный процессор ЕС 2335

Матричный процессор ЕС 2335 — моделезависимый периферийный процессор, который можно подключать только к процессору ЕС 2635.21. Он имеет два параллельно работающих подпроцессора: один — для арифметических действий над адресами и выбора операндов из ОП, второй — для специализированной непрерывной (конвейерной) арифметической обработки данных. Подробное описание матричного процессора ЕС 2335 дано в гл. 10.

Основные технические характеристики матричного процессора ЕС 2335

Связь с центральным процессором — через интегрированный канальный адаптер, встраиваемый вместо IV селекторного канала

Управление — микропрограммное (с двумя взаимно синхронизированными микропрограммами для двух подпроцессоров)

Формат операндов — короткий для данных с фиксированной и плавающей запятой

Основные операции, выполняемые процессором над массивами данных, — умножение векторов, матриц, вычисление функций корреляции и свертки, преобразование форматов данных

Длительность цикла обработки — 200 нс

Основной информационной единицей в ЕС ЭВМ является байт, представляющий собой группу из восьми бит. Нумерация битов в байте производится слева направо от 0 до 7. Обмен информацией между оперативной памятью, центральным процессором и каналами осуществляется поблочно, причем в каждом блоке обязательно должно быть целое число байтов.

Группа из четырех последовательно расположенных байтов называется *словом*. *Полуслово* представляет собой группу из двух последовательных байтов. Местоположение каждой информационной группы определяется по адресу крайнего левого (старшего) байта. Два последовательно расположенных слова образуют так называемое *двойное слово*.

Для повышения достоверности при хранении и передаче информации каждый байт сопровождается *контрольным битом*, а группа байтов — несколькими контрольными битами. Выработка и проверка контрольных битов производятся схемами контроля автоматически, без участия программы. Контроль в машине производится по условию нечетности. Это означает, что контрольный бит дополняет число единиц в байте до нечетного числа. При определении размера различных информационных полей или емкости памяти наличие контрольного бита не учитывается.

Ячейки ОП, группируемые в байты, нумеруются, начиная от 0, и каждый номер означает *адрес* соответствующего байта. В ЕС ЭВМ для адресования используется 24-битный адрес, с помощью которого можно адресовать до 16 777 216 байт (16М байт). Адресование ОП *ц и к л и ч е с к о е*, т. е. за ячейкой с максимальным адресом 16 777 215 следует ячейка с адресом 0.

В ЭВМ ЕС «Ряд-1» все команды и операнды фиксированной длины требуются располагать в ОП в полях также фиксированной длины, начиная с *целочисленных границ*. Это означает, что адрес начального байта поля должен точно делиться на его длину, выраженную числом байтов. Например, операнд с длиной в 4 байт (одно слово) должен всегда располагаться в ОП по адресу, кратному 4. При использовании двоичного кода целочисленная граница полуслова, слова и двойного слова задается двоичным адресом, в котором соответственно один, два или три младших бита являются нулями.

В ЭВМ ЕС «Ряд-2», к которым принадлежит и ЕС 1035, операнды некоторых команд могут располагаться на нецелочисленных границах, но это ведет к снижению производительности машины.

В ЭВМ ЕС 1035 могут обрабатываться: двоичные числа с фиксированной или плавающей запятой, представленные в форматах фиксированной длины, десятичные числа, имеющие переменную длину, и логическая информация как переменной, так и фиксированной длины.

Процессор управляет выборкой и выполнением команд, действиями, связанными с прерыванием и измерением времени, начальной загрузкой программ, операциями ввода-вывода и выполнением ряда других операций. Процессор имеет средства адресации ОП, а также дополнительной внутренней памяти, которая содержит регистры общего назначения, регистры операндов с плавающей запятой, управляющие регистры и др.

Регистры общего назначения (РОН). В центральном процессоре имеются 16 РОН. Они могут использоваться, как и индексные и базовые регистры — в операциях над адресами, так и в качестве рабочих и накапливающих регистров в арифметических операциях над операндами с фиксированной запятой и в логических операциях.

Для выполнения арифметических операций над операндами с плавающей запятой используются четыре специальных регистра, называемых *регистрами с плавающей запятой*. Эти регистры имеют номера: 0, 2, 4 и 6; разрядность каждого из них рассчитана на 64 бита (двойное слово). При выполнении арифметических действий с плавающей запятой, требующих повышенной точности и использующих операнды длиной 128 бит, эти регистры удваиваются и используются как пары регистров: 0—2 и 4—6.

В ЭВМ ЕС «Ряда-2» в структуры центральных процессоров введены 16 новых регистров, названных управляющими (УР). Они содержат специальную информацию, необходимую для функционирования определенных программно-аппаратных средств. Биты тех или иных разрядов УР управляют, например, регистрацией программных событий, разрешают или запрещают определенные действия и т. д. Допуск к управляющим регистрам возможен только в режиме супервизор, т. е. для привилегированных команд.

2.1. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ

2.1.1. Числа с фиксированной запятой

В такой форме в ЕС ЭВМ представляются только целые двоичные числа. С фиксированной запятой и со знаками они представляются в виде двоичных кодов с одним знаковым разрядом. Варианты форматов таких чисел показаны на рис. 2.1, а. Знаковый разряд — крайний левый. Если число по-

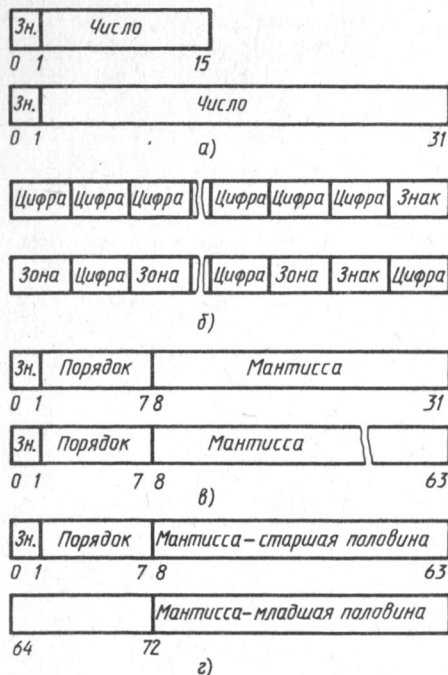


Рис. 2.1. Представление чисел в ЕС ЭВМ: а — с фиксированной запятой; б — десятичные числа; в — с плавающей запятой, короткий и длинный формат; г — с плавающей запятой, расширенный формат

число положительное, то все биты влево от старшего значащего бита, включая и знаковый, равны 0. Если число отрицательное, то все эти биты, включая и знаковый, равны 1.

Когда необходимо расширить операнд в направлении старших разрядов, всем присоединяемым слева битам присваивается значение знакового бита числа.

Максимально возможное положительное число определенной разрядности имеет знаковый бит, равный 0, и единицы во всех остальных разрядах. Максимально возможное по абсолютной величине отрицательное число в дополнительном коде имеет знаковый бит, равный 1, и цифровую часть, все биты которой равны 0. При представлении чисел с использованием дополнительного кода не существует отрицательного 0.

Для максимально представимого отрицательного числа не может быть взято дополнение. Если, например, в операции вычитания будет произведена попытка определить дополнение к максимальному отрицательному числу, то возникнет особый случай — переполнение фиксированной запятой. Переполнение не возникает, если дополнение к максимальному отрица-

лжительное, то в этом разряде бит равен 0, если отрицательное, то знаковый бит равен 1. Значения положительных двоичных чисел представляются в прямом коде, отрицательных — в дополнителе. Дополнительный код получается из прямого путем инверсии каждого бита числа и добавления 1 к биту младшего (правого) разряда с учетом последующего распространения переноса.

Все разряды чисел с фиксированной запятой, кроме знакового, используются при представлении абсолютного значения числа. При таком способе диапазон представления чисел находится в пределах: $-2^{31} \leq M \leq 2^{31} - 1$.

Числа с фиксированной запятой можно рассматривать как числа, имеющие произвольную длину, в которых значащие биты занимают младшие позиции. Если

тельному числу образуется в ходе операции при действии только со значащей частью, и конечный результат получается в допустимых пределах представления чисел с фиксированной запятой. Произведение двух максимальных отрицательных чисел — положительное число двойной длины.

Основная длина операнда при арифметических операциях с фиксированной запятой 32 бит. Для лучшего использования памяти и повышения производительности, когда имеется возможность, можно пользоваться имеющимися также командами, рассчитанными на действия с операндами длиной в полуслово (16 бит). Можно использовать операнды с фиксированной запятой длиной 64 бита. Это бывает необходимо для сохранения требуемой точности, когда некоторые результаты умножения и все результаты деления должны иметь такую длину.

2.1.2. Десятичные числа

Десятичные числа могут быть представлены в *распакованном* (с зоной) или *упакованном* формате (рис. 2.1, б).

В формате с зоной в каждом байте информационной является младшая тетрада. Она содержит двоично-десятичный код цифры. Старшая тетрада каждого байта содержит идентифицирующий код, называемый *зоной*. В крайнем правом байте числа в младшей тетраде располагается код десятичной цифры, а старшая (зонная) тетрада содержит код знака или код зоны. В формате с зоной десятичные цифры можно рассматривать как часть закодированного буквенно-цифрового набора знаков, включающего буквенно-цифровые и специальные знаки. Формат с зоной используется при вводе и выводе информации, например при вводе через перфокарточное считывающее устройство или при выдаче десятичных данных на печать.

В упакованном формате в каждом байте, кроме крайнего правого, находятся коды двух десятичных цифр. В крайнем правом байте в поле младшей тетрады располагается код знака. Числа представляются выровненными относительно правой границы поля целого числа, правее которой находится код знака плюс или минус. Цифры от 0 до 9 кодируются двоичными числами 0000—1001. Числа 1010—1111 используются для кодирования знаков, причем числами 1010, 1100, 1110 и 1111 представляют знак *плюс*, а числами 1011 и 1101 — знак *минус*. В процессе арифметических действий над десятичными числами знак плюс вырабатывается как 1100, а знак минус — как 1101. Код *зоны* при выполнении команд десятичных арифметических операций формируется в виде 1111.

Арифметические операции и сдвиги выполняются над операндами, представленными в упакованном формате. В таком же формате вырабатываются и результаты операций.

Операции над десятичными операндами выполняются только над расположенными в ОП. Поля, занимаемые операндами, могут

начинаться с любых байтов и иметь длину от 1 до 16 байт. Длина двух операндов, обрабатываемых по командам операций над десятичными числами, не обязательно должна быть одинаковой. Если это предусматривается командой, то более короткий из двух операндов рассматривается как дополненный нулями слева от старшей десятичной цифры.

2.1.3. Числа с плавающей запятой

Представление чисел с плавающей запятой осуществляется в виде произведения мантиссы и числа 16, возведенного в степень, равную порядку. Мантисса числа записывается шестнадцатеричными цифрами, при этом принято располагать десятичную запятую непосредственно слева от старшей цифры мантиссы.

При представлении с плавающей запятой порядок занимает старший байт числа. В крайнем левом разряде байта порядка находится *знаковый* бит, указывающий знак мантиссы, т. е. самого операнда. Остальные семь битов могут представлять числа от 0 до 127. Порядок представляется в коде с излишком 64. Это означает, что к действительному порядку добавляется 64 и полученное двоичное число, называемое характеристикой, записывается в поле старшего байта операнда. Такой способ позволяет охватывать порядки от -64 до $+63$, что обеспечивает в достаточно широком диапазоне представление как малых, так и больших абсолютных величин.

Для чисел с плавающей запятой используются фиксированные форматы трех видов: *короткий* — 4 байта, *длинный* — 8 байт и *расширенный* — 16 байт. Расширенный формат введен в ЭВМ ЕС «Ряд-2» с целью достижения более высокой точности вычислений.

Короткий и длинный форматы с плавающей запятой показаны на рис. 2.1, а, а расширенный формат — на рис. 2.1, г.

Операнды короткого и длинного форматов могут располагаться как в ЦП в регистрах с плавающей запятой, так и в ОП. Операнды расширенного формата используются только предварительно размещенными в вдвоенных регистрах с плавающей запятой.

При *коротком формате* мантисса числа с плавающей запятой имеет длину 6 шестнадцатеричных цифр, при *длинном формате* — 14 и при *расширенном формате* — 28 (разделена на две половины по 14 цифр).

Диапазоны абсолютных величин (M), охватываемые нормализованными числами с плавающей запятой, имеют следующие пределы:

при коротком формате $16^{-65} \leq M \leq (1 - 16^{-6}) \cdot 16^{63}$;

при длинном формате $16^{-65} \leq M \leq (1 - 16^{-14}) \cdot 16^{63}$;

при расширенном формате $16^{-65} \leq M \leq (1 - 16^{-28}) \cdot 16^{63}$.

При основании системы счисления 10 приблизительно для всех форматов $5,4 \cdot 10^{-79} \leq M \leq 7,2 \cdot 10^{75}$.

При представлении чисел в форме с плавающей запятой наибольшая точность достигается, когда используются все старшие позиции в мантиссе, т. е. когда число *нормализовано*. Нормализованное число имеет отличную от нуля старшую шестнадцатеричную цифру мантиссы. Процесс нормализации числа заключается в сдвиге влево мантиссы до тех пор, пока в старшей тетраде не окажется шестнадцатеричная цифра, отличная от нуля, и в уменьшении характеристики на величину, соответствующую числу сдвигов шестнадцатеричных цифр. Сдвиг на одну шестнадцатеричную цифру — это перемещение мантиссы на четыре двоичные позиции. При выполнении арифметических операций над операндами с плавающей запятой действия обычно производятся с нормализованными операндами и результаты также нормализуются. При операциях умножения и деления производится предварительная нормализация операндов. Число с положительным знаком, нулевой мантиссой и нулевой характеристикой называется *истинным нулем*. Он может получиться в результате арифметической операции или может быть установлен принудительно, в зависимости от алгоритма исполняемой операции.

Представление чисел в *расширенном формате* обеспечивает повышенную точность вычислений, поскольку мантисса имеет 28 цифр. Число в расширенном формате состоит из двух длинных чисел с плавающей запятой, располагающихся в вдвоенном регистре 0 и 2 или 4 и 6, из числа регистров с плавающей запятой. Использование для этой цели других регистров вызывает программное прерывание.

Два числа в длинном формате, из которых состоит число в расширенном формате, называются его *старшей* и *младшей частями*. Если старшая часть нормализована, то считается, что число с повышенной точностью нормализовано. Знак старшей части и характеристика представляют знак и порядок всего числа. Знак и поле характеристики в младшей части (биты 64—71) игнорируются. Следует учитывать, что характеристика младшей части на 14 единиц меньше характеристики старшей части. В результате при выполнении арифметических действий с расширенным форматом бит 64 объединяется с битом 0, а характеристика младшей части записывается на 14 меньше, чем в старшей части. Если при этих действиях с характеристикой младшей части получается число меньше нуля, то она увеличивается на 128 по сравнению с полученным значением, и результат записывается в поле характеристики. Исчезновение порядка всего числа указывается только тогда, когда происходит исчезновение порядка в старшей части (характеристика в старшей части получается меньше нуля).

2.1.4. Логическая информация

Логическая информация располагается в полях *фиксированной* или *переменной* длины. По структуре она обычно представляет собой алфавитно-цифровые данные в формате

переменной длины от 1 до 256 байт, хранимые в ОП.

При использовании поля фиксированной длины последняя может быть равна байту, слову или двойному слову. Логическая информация фиксированной длины, кроме ОП, может храниться и в регистрах общего назначения (РОН).

2.2. ФОРМАТЫ КОМАНД

В ЕС ЭВМ длина команды составляет *одно, два или три полуслова*. В каждой команде есть *поле*, в котором содержится *код операции*, а также имеется код, указывающий местоположение и адреса операндов.

В ЭВМ «Ряд-2» возможны *шесть форматов команд*, которые, как показано на рис. 2.2, имеют условные обозначения: RR, RX, RS, SI, S и SS.

Первые два бита поля кода операции неявно определяют длину и формат команды следующим образом:

00 — одно полуслово, формат RR;

01 — два полуслова, формат RX;

10 — два полуслова, форматы RS, SI, S или RX;

11 — три полуслова, формат SS.

Формат команды определяет и виды операндов, участвующих в операциях. Используются три вида операндов: *регистровые операнды, непосредственные операнды и операнды основной памяти*.

Регистровые операнды хранятся в регистрах общего назначения ЦП и в регистрах с плавающей запятой. Они могут храниться и в управляющих регистрах, но это только для какой-либо привилегированной команды. Через R обозначается *номер регистра*, в котором хранится операнд.

Непосредственные операнды представляются в виде содержимого второго байта самой команды и обозначаются буквой I.

Адрес операнда, расположенного в ОП, чаще всего задается с помощью *базового адреса, индекса и смещения*, обозначаемых в полях команды соответственно B, X и D. Адрес операнда ОП может содержаться и в регистре, номер которого указан в поле R команды.

Длина операнда в ОП указывается в команде или неявно, или через битовую маску, или через поле L.

Формат команды определяет *типы операндов*, участвующих в операции, следующим образом:

RR — операция типа «регистр—регистр»;

RX — операция «регистр—память», при которой адрес операнда в ОП получается с применением индексирования;

SI — операция между операндом, находящимся в памяти, и непосредственным операндом;

S — формат, в котором один операнд задается неявно, а второй адресуется в памяти;

RS — операция типа «регистр—память» без индексирования;

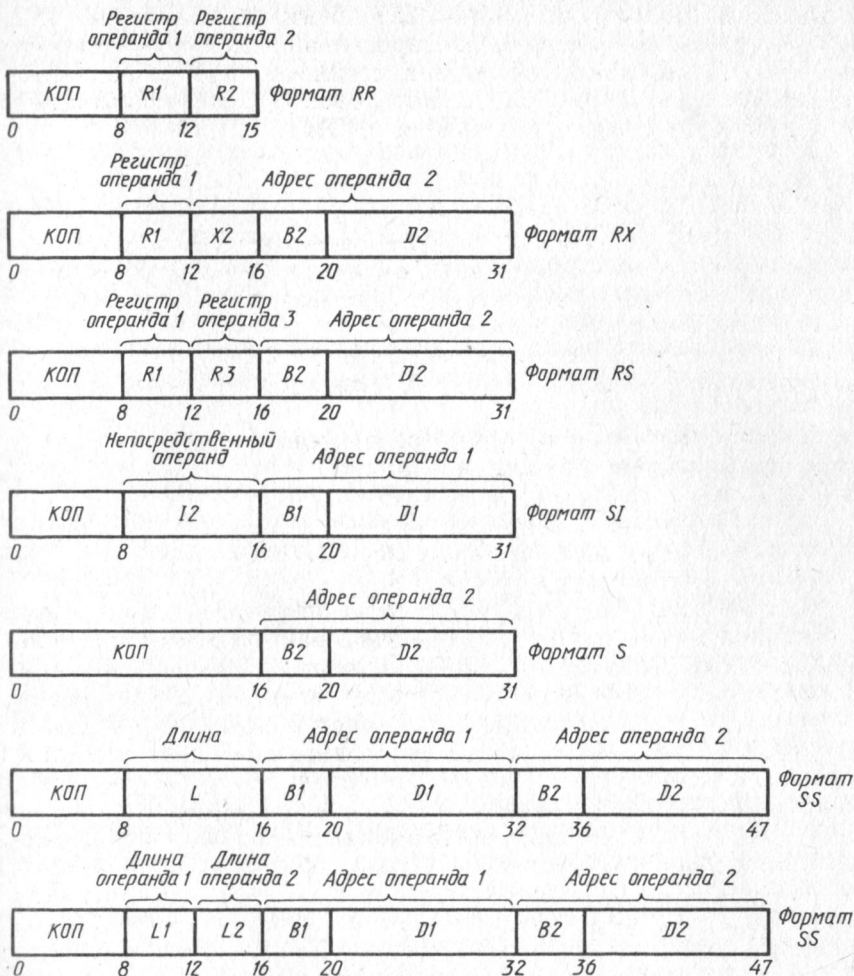


Рис. 2.2. Основные форматы команд

SS — операция типа «память—память».

Формат SS имеет две разновидности.

В первой имеется одно восьмибитовое поле L, означающее число дополнительных байтов в первом операнде, расположенных вправо от старшего байта, адрес которого указан в команде базой и смещением соответственно B1 и D1. Это означает, что длина первого операнда может быть от 1 до 256 байт. Так как при записи в память результат помещается на место первого операнда, то это определяет и возможную длину результата. При таком формате второй операнд обычно имеет ту же длину, что и первый.

Когда в формате SS имеются два поля одинаковой длины, обозначенные L1 и L2, они обозначают соответственно число байтов, добавляемых вправо к адресуемым в команде старшим байтам первого и второго операндов. В этом случае длина каждого операнда может быть от 1 до 16 байт. Результат операции записывается на место первого операнда, всегда в пределах поля последнего.

Адрес R указывает регистр общего назначения и я при операциях с фиксированной запятой и логических операциях, и регистр с плавающей запятой при арифметических операциях с плавающей запятой. Допускается, чтобы адреса R1 и R2 указывали один и тот же регистр.

В формате RR поле R1 может использоваться как маска в какой-либо команде. В двух новых командах с длинными операндами — ПЕРЕСЫЛКА ДЛИННАЯ (MVCL) и СРАВНЕНИЕ КОДОВ ДЛИННОЕ (CLCL) — поля R1 и R2 используются в качестве номеров регистров, в которых содержатся адреса операндов, расположенных в ОП.

В формате RS поле R3 используется в соответствии с кодом операции. Формат S является модификацией формата SI с длиной поля кода операции в два байта. Этот формат используется в командах ввода-вывода.

2.3. ФОРМИРОВАНИЕ АДРЕСА

Адрес операнда ОП оказывается заданным я в н о, если в поле R команды указан регистр, содержащий нужный адрес. Во всех остальных случаях адрес формируется тремя двоичными числами — *базовым адресом, индексом и смещением*.

Базовый адрес — это 24-разрядное двоичное число, хранящееся в регистре общего назначения, номер которого указан в поле В команды. Базовый адрес дает возможность адресации к любой области ОП, через него задается начальный адрес массива или программы.

Индекс — также 24-разрядное двоичное число, расположенное в регистре общего назначения, указанном полем X команды типа RX. В этом формате через индекс создается возможность адресации отдельного элемента внутри массива при постоянном базовом адресе.

Смещение представляет 12-разрядное двоичное число, записанное в поле D команды. Смещение дает возможность производить адресацию до 4095 байт, следующих за ячейкой, указанной базовым адресом. Этот метод носит название *относительной адресации* и особенно полезен при обработке массивов. Он может использоваться для идентификации блоков внутри записи и т. д.

Адрес обращения к ОП формируется как 24-разрядная сумма либо трех компонент: базового адреса, индекса и смещения, либо в зависимости от формата команды двух из них: только базового адреса и смещения. Слагаемые представляются как 24-разрядные двоичные положительные числа. При этом 12-разрядное смещение слева дополняется нулями до 24-разрядного. Если при суммировании возникает переполнение, то оно игнорируется.

Если в команде в одном из полей: X2, B1 или B2 — нули, то это означает, что соответствующая компонента адреса н у л е

ва я. В таком случае не считается содержимое регистра общего назначения с номером 0, а при формировании адреса используется нулевое значение этой компоненты.

УД		В	О	И
0	3	4	5	6

Рис. 2.3. Ключ памяти

2.4. ЗАЩИТА ПАМЯТИ

Средства защиты памяти обеспечивают защиту содержимого ОП от неправильного использования вследствие ошибок при формировании адреса обращения. Защита памяти является необходимым условием мультипрограммной работы ЭВМ, при котором каждая исполняемая программа имеет доступ только в выделенные ей области оперативной памяти.

Для целей защиты ОП разделена на *блоки* по 2048 байт, при этом начальный адрес каждого блока кратен 2048. Каждому блоку ставится в соответствие *ключ памяти*. В «Ряде-2» ключ доступа к памяти имеет форму, показанную на рис. 2.3.

Биты 0—3 управляют доступом и сравниваются с 4-разрядным ключом защиты, присвоенным программе, всегда, когда производится запись, и при считывании, если предусмотрена защита при чтении.

Бит 4 (В) определяет, осуществляется ли защита только при ^{ЗАПИСИ} (при нулевом значении В). Единичное состояние этого бита означает, что защита действует и при чтении, и при записи.

Бит 5 (О) относится к средствам динамической переадресации. Он принимает значение 1 всякий раз, когда происходит обращение (чтение или запись) к ячейке данного блока.

Бит изменения (И) также служит для динамической переадресации. Он устанавливается в состояние 1 всегда, когда в ячейку данного блока производится запись.

В процессе функционирования защиты при обращении к памяти, ключ памяти, связанный с данной областью, сравнивается с ключом защиты, относящимся к запросу обращения. Совпадение ключей происходит, если четыре старших разряда ключа памяти одинаковы с ключом защиты, или ключ защиты имеет нулевое значение. Обращение к ОП за считыванием разрешается только тогда, когда ключи совпадают или бит 4 равен 0.

Память ключей не является частью адресуемой памяти. Доступ к ним имеет супервизор через команду **УСТАНОВИТЬ КЛЮЧ ПАМЯТИ (SSK)**. Содержимое ключа можно проверить командой **ПРОЧЕСТЬ КЛЮЧ ПАМЯТИ (ISK)**. Кроме того, командой **СБРОСИТЬ БИТ ОБРАЩЕНИЯ (RRB)** проверяются биты обращения и изменения, а также установка ^{первого} последнего в нулевое состояние.

ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ И КОНСТРУКТИВНЫЕ
ОСОБЕННОСТИ ЕС 1035

3.1. ТИПЫ КОМАНД

Команды, используемые в ЕС 1035, условно делятся на несколько функциональных групп в зависимости от характера выполняемых операций и типа обрабатываемых данных.

Режимы работы при выполнении операций над операндами с фиксированной запятой не имеют существенных отличий от аналогичных режимов машин «Ряд-1». Команды арифметических операций с фиксированной запятой и сравнения имеют форматы RR и RX. Они обеспечивают выполнение операций сложения, вычитания, умножения, деления, загрузки в регистр, записи операнда в ОП и сдвига.

Команд арифметических операций над десятичными числами всего девять. Они осуществляют сложение, вычитание, умножение, деление, сдвиг и преобразование формата десятичных чисел. Все команды арифметических операций над десятичными операндами производят обработку данных, представленных в упакованном формате, за исключением команд упаковки и распаковки, которые производят преобразование информации из зонного формата в упакованный и обратно. Все эти команды — формата SS и обычно используются при небольших объемах вычислительных работ.

Введена новая команда обработки десятичных данных — СДВИГ С ОКРУГЛЕНИЕМ ДЕСЯТИЧНЫЙ (SRP). Она дает возможность сдвигать упакованный десятичный операнд влево или вправо соответственно на 31 и 32 цифровые позиции, производя заполнение нулями освобождающихся позиций. Сдвига знака при этом не происходит.

В ЭВМ «Ряд-1» при обнаружении неправильного десятичного операнда выполнение операции прекращается. В ЭВМ «Ряд-2» обнаружение неправильного десятичного операнда приводит к подавлению операции, а не к ее прекращению. Это сделано для того, чтобы сохранить операнды в первоначальном виде (без внесения в них каких-либо измерений в процессе выполнения операции), и имеет место во всех командах, в которых проверяется допустимость операндов.

Команды арифметических действий с плавающей запятой дают возможность производить вычисления, при которых значения операндов могут изменяться в широких пределах. Эти команды обеспе-

3.1. Команды для операций с плавающей запятой при работе с повышенной точностью

Команда	Мнемоническое обозначение	Формат	Код
ЗАГРУЗКА С ОКРУГЛЕНИЕМ (преобразование расширенного операнда в длинный)	LRDR	RR, X	25
ЗАГРУЗКА С ОКРУГЛЕНИЕМ (преобразование длинного операнда в короткий)	LRER	RR, X	35
СЛОЖЕНИЕ С НОРМАЛИЗАЦИЕЙ РЕЗУЛЬТАТА	AXR	RR, XC	36
ВЫЧИТАНИЕ С НОРМАЛИЗАЦИЕЙ РЕЗУЛЬТАТА	SXR	RR, XC	37
УМНОЖЕНИЕ	MXR	RR, X	26
УМНОЖЕНИЕ	MXDR	RR, X	27
УМНОЖЕНИЕ	MXD	R, X	67

чивают выполнение операций сложения, вычитания, умножения, деления, загрузки в регистр, записи в ОП и сравнения. Действия, выполняемые с нормализованными числами и вырабатывающие нормализованные результаты, обеспечивают получение максимальной точности вычислений. Только для некоторых операций, таких, как сложение и вычитание, имеются варианты команд, при которых получаются ненормализованные результаты.

Семь команд арифметических операций с плавающей запятой обеспечивают обработку расширенных операндов и относятся к средствам обработки с повышенной точностью (табл. 3.1).

Команды загрузки с округлением осуществляют округление второго операнда с преобразованием его к следующему более короткому формату и записывают его на место первого операнда. Округление производится путем добавления единицы ко второму операнду в бит 32 — при длинном операнде или в бит 72 — при расширенном формате и учете распространения возникающих переносов, при этом мантисса считается положительной.

Команды сложения и вычитания с повышенной точностью выполняются с нормализацией результата.

При исполнении команд умножения MXDR и MXR множимое и множитель представляются с 14 шестнадцатеричными цифрами в мантиссе, а произведение получается в расширенном формате с 28-цифровой мантиссой. Команда MXR осуществляет умножение операндов с повышенной точностью, при этом мантиссы операндов и результата имеют по 28 шестнадцатеричных цифр.

Команды логических операций выполняют перемещение информации в ОП, сравнение, сдвиги влево и вправо на определенное число разрядов, проверку битов, перекодирование и редактирование.

Операндами могут быть биты или байты, находящиеся в ОП, содержимое общих регистров или непосредственные операнды

3.2. Команды обработки логической информации

Команда	Мнемоническое обозначение	Формат	Код
СРАВНЕНИЕ КОДОВ ДЛИННОЕ	CLCL	RR, C	0F
ПЕРЕСЫЛКА ДЛИННАЯ	MVCL	RR, C	0E
СРАВНЕНИЕ СИМВОЛОВ ПО МАСКЕ	CLM	RS, C	BD
ПРОЧИТАТЬ СИМВОЛЫ ПО МАСКЕ	ICM	RS, C	BF
ЗАПИСЬ В ПАМЯТЬ СИМВОЛОВ ПО МАСКЕ	STCM	RS	BE

в командах. Если оба операнда логической операции содержатся в оперативной памяти, то они должны иметь одинаковую длину в пределах от 1 до 256 байт. Исключение имеет команда ОТРЕДАКТИРОВАТЬ, при которой длина поля записи определяется правилами редактирования.

Операции, соответствующие булевым функциям И, ИЛИ и ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, могут производиться над операндами фиксированной и переменной длины, а также над непосредственными операндами, содержащимися в командах. Некоторые из команд логических операций достаточно сложны. Такова, например, команда ОТРЕДАКТИРОВАТЬ.

Новые команды обработки логической информации приведены в табл. 3.2.

Команды СРАВНЕНИЕ КОДОВ ДЛИННОЕ и ПЕРЕСЫЛКА ДЛИННАЯ позволяют производить сравнение и перемещение на неограниченную длину поля ОП, что отражается на признаке результата операции. Обе эти команды допускают использование заполняющих символов, если пересылаемый или сравниваемый операнд короче поля другого операнда. Команды имеют формат RR, но содержимые полей R1 и R2 определяют пары регистров с четными и нечетными номерами. В четных регистрах находятся адреса первых байтов обоих операндов, а в нечетных регистрах — число байтов в каждом из этих операндов.

Три команды: СРАВНЕНИЕ СИМВОЛОВ ПО МАСКЕ, ПРОЧИТАТЬ СИМВОЛЫ ПО МАСКЕ и ЗАПИСЬ В ПАМЯТЬ СИМВОЛОВ ПО МАСКЕ — имеют формат RS. В каждой из них биты 12—15 определяют маску, а битами 8—11 адресуется регистр общего назначения. Четыре бита маски слева направо соответствуют четырем байтам слева направо избранного регистра общего назначения. Байты, соответствующие нулям в маске, не подлежат обработке тремя указанными командами. Например, по команде ПРОЧИТАТЬ СИМВОЛЫ ПО МАСКЕ происходит занесение в регистр общего назначения R1 байтов, извлеченных из смежных ячеек ОП, начиная с адреса, указанного адресом второго операнда. Число извлекаемых байтов соответствует числу единиц в маске. В регистр общего назначения байты

записываются в позиции, соответствующие позициям единиц в маске. Признак результата этой команды устанавливается в соответствии с маской и значением записываемого в регистр результата.

Указанные три команды очень полезны при составлении трансляторов, управляющих программ и т. д., так как они позволяют производить адресацию байтов в регистрах общего назначения и оперировать полями, отличающимися от слов, и необязательно располагаемыми в границах целого слова.

При классификации команд обычно за основу принимается *стандартный набор команд*. Он включает команды для арифметических действий над операндами с фиксированной запятой, логических операций, команды перехода и ввода-вывода.

Стандартный набор и команды для обработки десятичных данных образуют *набор для решения экономических задач*.

Набор команд для решения научных задач включает стандартный набор и команды арифметических операций с плавающей запятой.

Все перечисленные группы — стандартный набор, команды десятичных арифметических операций и арифметических операций с плавающей запятой — образуют универсальную систему команд.

Команды перехода, которых всего девять, позволяют нарушать нормальную последовательность выполнения команд.

Команды *условного перехода* проверяют соответствие признака результата маскирующему полю, и при установлении соответствия заменяют адрес следующей команды адресом перехода.

Команды *перехода по счетчику* производят уменьшение содержимого заданного регистра на единицу и осуществляют переход, если содержимое регистра не равно нулю.

Команды *перехода по индексу* увеличивают содержимое регистра со специальным числом и осуществляют переход, если новое содержимое регистра определенным образом сравнивается с величиной, находящейся в регистре, с неявно заданным адресом.

Команды *перехода с возвратом* являются безусловными. Они обеспечивают автоматическое запоминание адреса следующей подлежащей исполнению команды и осуществляют возврат к ней после перехода к подпрограмме и ее выполнения. Команда **ВЫПОЛНИТЬ** дает возможность выполнить только одну команду, не включенную в естественную последовательность команд программы.

Все четыре команды ввода-вывода являются привилегированными и имеют формат S. Операционная система передает эти команды в каналы, имеющиеся в ЭВМ, где они выполняются независимо. Из четырех команд ввода-вывода только команда **ПРОВЕРИТЬ КАНАЛ** не имеет модификаций. Остальные три команды — **НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД**, **ОСТАНОВИТЬ ВВОД-ВЫВОД** и **ПРОВЕРИТЬ ВВОД-ВЫВОД** — имеют соответствующие модификации: **НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД** с **БЫСТРЫМ ОТКЛЮЧЕ-**

НИЕМ, ОСТАНОВИТЬ УСТРОЙСТВО и ОСВОБОДИТЬ ВВОД-ВЫВОД. Коды модифицированных команд отличаются от кодов основных только добавлением единицы в бит 15, при этом биты 8—14 во всех командах ввода-вывода игнорируются. В команде ПРОВЕРИТЬ КАНАЛ игнорируются биты 8—15. Новые варианты команд ввода-вывода обслуживают блок-мультиплексный режим работы.

Команда НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД С БЫСТРЫМ ОТКЛЮЧЕНИЕМ (SIOF) является модификацией команды НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД, которая допускает начало операции сразу же после выбора устройства. В отличие от этого команда быстрого освобождения ввода-вывода не дожидается ответа от УУ об устройстве ввода-вывода. Операция ввода-вывода может начаться, как только освободится канал. В случае же, если операция не может начаться, формируется сигнал прерывания. Команда НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД С БЫСТРЫМ ОТКЛЮЧЕНИЕМ предназначена для блок-мультиплексного канала и используется, когда адресуемый канал работает в блок-мультиплексном режиме.

Команда ОСТАНОВИТЬ ВВОД-ВЫВОД (HIO) предусматривает прекращение операции ввода-вывода на адресуемом устройстве ввода-вывода. Если же команда адресуется устройству, подключенному к блок-мультиплексному или байт-мультиплексному каналу, то она останавливает работу только указанного устройства, не изменяя режима работы остальных устройств ввода-вывода и канала.

Команда ОСВОБОДИТЬ ВВОД-ВЫВОД (CLRIO) предусматривает прекращение текущей операции в адресуемом устройстве ввода-вывода. Состояние операции в момент прекращения отражается в запоминаемом слове состояния канала (ССК). Дальнейшее выполнение команды ПРОВЕРИТЬ ВВОД-ВЫВОД или ОСВОБОДИТЬ ВВОД-ВЫВОД зависит от типа канала и блок-мультиплексного управления.

Состояние центрального процессора определяется четырьмя альтернативными программными состояниями, каждое из которых может независимо изменяться на противоположное. Текущие состояния указываются одним или несколькими битами в слове состояния программы (ССП). Состояние ЦП также определяется адресом выполняемой команды, признаком результата, ключом защиты памяти и кодов прерывания. Все эти параметры занимают определенное поле в ССП. Как и в ЭВМ «Ряд-1», определенные команды могут изменять состояние ЦП. Кроме того, это может производиться через прерывания, либо переключением с пульта управления.

Команды переключения состояния записываются в формате RR или SI. Единственными непривилегированными командами в данной группе являются: ОБРАЩЕНИЕ К СУПЕРВИЗОРУ (SVC) и УСТАНОВИТЬ МАСКУ ~~СИСТЕМЫ~~ (SPM). Они имеют особое значение для программиста, так как дают возможность переключать состояние ЦП или же подавать нежелательные прерывания, требования которых возникают в ходе выполнения арифметических действий.

Команды, относящиеся к защите памяти, дают возможность управляющей программе проверять и заменять ключи защиты памяти.

Обычно к командам управления системой относят и команды прямого управления: ПРЯМОЕ ЧТЕНИЕ и ПРЯМАЯ ЗАПИСЬ.

Все модели с виртуальной организацией памяти имеют пять новых команд управления динамической переадресацией памяти. Они дают возможность перекодировать заданный логический адрес в реальной (без использования буфера аппаратного преобразования адресов TLB) с обнулением содержимого буфера TLB, а также обнулить бит обращения в ключе памяти. Текущая маска системы может быть отправлена в память и заменена модифицированной, чтобы обеспечить выполнение некоторой программы.

Две привилегированные команды оперирования управляющими регистрами обязательны для всех моделей ЭВМ «Ряд-2». Это команды ЗАГРУЗКА УПРАВЛЕНИЯ и ЗАПИСЬ В ПАМЯТЬ УПРАВЛЕНИЯ; обе в формате RS.

Команда ЗАГРУЗКА УПРАВЛЕНИЯ осуществляет запись содержимого ячеек памяти, начиная с адреса, указанного адресом второго операнда, в управляющие регистры: от определенного номером в поле R1 в порядке возрастания номеров до номера, определенного полем R3.

По команде ЗАПИСЬ В ПАМЯТЬ УПРАВЛЕНИЯ в ОП переписывается содержимое группы управляющих регистров, начальный и конечный номера которых определены адресами в полях R1 и R3. Начальным адресом области ОП, в которую производиться запись, является адрес второго операнда.

Посредством команды ЗАПИСЬ В ПАМЯТЬ ИДЕНТИФИКАТОРА ЦП управляющая программа определяет и записывает характеристики модели: номера, идентифицирующие модель ЭВМ и ее ЦП, длину области ОП, определенную для расширенной записи информации о виде ошибки, обнаруженной средствами аппаратного контроля.

Команда ЗАПИСАТЬ ИДЕНТИФИКАТОР КАНАЛА обеспечивает возможность получения и запоминания информации о включенных в состав модели типах каналов.

Команда ВЫСТАВИТЬ ЧАСЫ (SCK) является привилегированной. Она осуществляет запись нового содержимого в астрономические часы ЦП. Для отметки текущего времени программисты могут использовать непривилегированную команду ЗАПИСЬ В ПАМЯТЬ ПОКАЗАНИЯ ЧАСОВ (STCK).

Команды СРАВНЕНИЕ С ОБМЕНОМ (CS) и СРАВНЕНИЕ ДВОЙНОЕ С ОБМЕНОМ (CDS) введены для облегчения реализации метода доступа VTAM. Они используют три операнда, производя сравнение первого операнда со вторым. Если они равны, то после сравнения третий операнд записывается в память на место второго. Если сравнение показывает неравенство операндов, то место первого в регистре R1 занимает второй операнд.

3.2. УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ

В ЭВМ ЕС 1035 возможны два режима управления и я, при которых различным образом организуется ее структура и используется управляющая информация. Этими режимами яв-

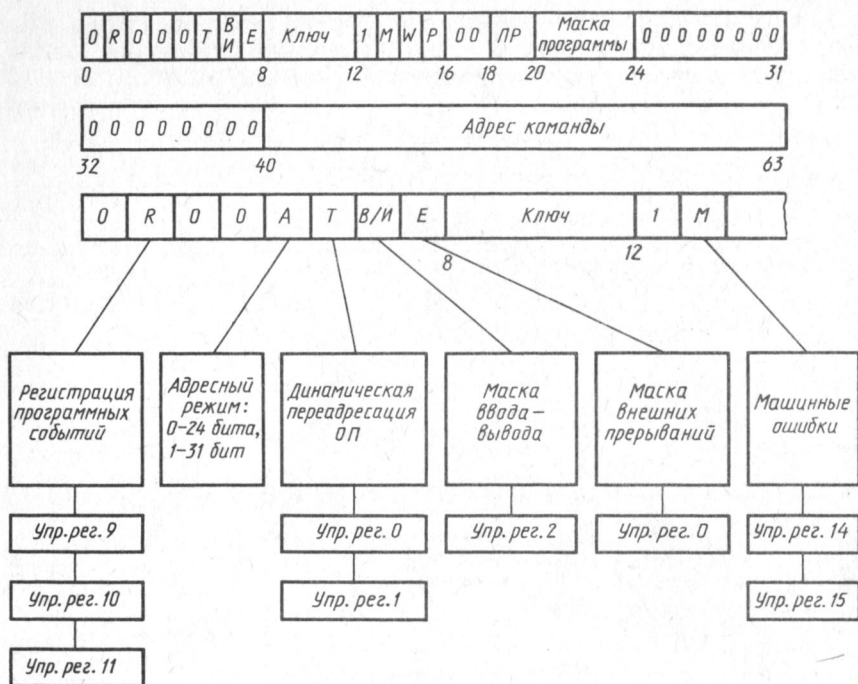


Рис. 3.1. Слово состояния программы для режима ЕС (В/И—Вв—Выв)

ляются: режим основного управления (ВС) и режима расширенного управления (ЕС). Режим ВС введен для обеспечения общей совместимости с архитектурой и программированием моделей ЕС ЭВМ «Ряд-1».

Основная информация, определяющая состояние процессора, содержится в слове состояния программы (ССП). Запоминание ее при прерываниях, происходящих при мультипрограммной работе ЭВМ, дает возможность сохранять в целостности информацию, необходимую для продолжения в последующем прерванной программы.

Бит 12 ССП при нулевом значении задает режим ВС, а при единичном — режим ЕС.

В режиме ВС ССП по существу используется так же, как и в моделях ЕС ЭВМ «Ряд-1». Единственное отличие представляет использование средств монитора, доступных и во втором режиме. Это делает необходимым во время прерывания запоминать в дополнительных постоянно распределенных ячейках ОП информацию о коде прерывания от схем контроля и о коде и классе монитора при обращении к нему какой-либо программы.

В режиме ЕС дополнительная информация о системе содержится в управляющих регистрах. Формат ССП и назначение отдельных

его полей в режиме расширенного управления показаны на рис. 3.1. Поля маски системы (биты 0—5), кода прерывания и кода длины команды показаны также вынесенными из ССП.

Назначение полей в ССП

Маска регистрации программных событий — R (бит 1). Значение бита 1 ССП определяет, доступен ли ЦП для прерывания средствами регистрации программных событий. Если бит 1 равен 0, то программные события не могут вызывать прерывания. Если бит 1 равен 1, прерывание может производиться в соответствии с битами масок программных событий в управляющем регистре 9.

Режим динамического преобразования адреса — T (бит 5). Бит 5 определяет, возможно ли динамическое преобразование адресов ОП с использованием адресных таблиц сегментов и страниц. Если бит 5 равен 0, адреса не изменяются. Если же бит 5 равен 1, осуществляется динамическая переадресация.

Маска ввода-вывода — Вв-Выв (бит 6). Бит 6 управляет доступностью ЦП прерыванием от ввода-вывода. Если бит 6 равен 0, то прерывание от ввода-вывода не может происходить. Если же бит 6 равен 1, возможность каждого прерывания от ввода-вывода определяется масками каналов, находящихся в управляющем регистре 2. Если бит маски канала равен 0, то соответствующий канал не может осуществлять прерывания; если бит маски канала равен 1, запрос от канала может вызывать прерывание.

Маска внешних прерываний — E (бит 7). Значение бита 7 определяет доступность ЦП прерываниям, входящим в группу внешних. Если бит 7 равен 0, то внешние прерывания не могут возникать. Если же бит 7 равен 1, то возможность внешних прерываний определяется соответствующими маскирующими битами управляющего регистра 0. Когда маска, соответствующая подклассу внешнего прерывания, равна 0, заявки данного подкласса не могут вызывать прерывание. При равенстве маски подкласса единице соответствующие ему прерывания могут происходить.

Ключ защиты памяти (биты 8—11). Эти биты образуют ключ защиты, используемый процессором. Данный ключ сравнивается с ключом памяти, когда информация записывается в ОП, или выбирается из ячейки памяти, защищаемой также от неправильного считывания.

Режим расширенного управления (бит 12). Значение бита 12 определяет формат ССП и режим работы ЦП. Когда бит 12 равен 0, формат ССП и режим работы соответствуют режиму основного управления (режиму ВС); равенство бита 12 единице определяет режим расширенного управления (режим ЕС). В моделях «Ряд-1» разрешается использование зонного десятичного кода КОИ-8, что возможно при наличии единицы в бите 12 ССП. В моделях «Ряд-2» код КОИ-8 отменен и соответственно изменено назначение бита 12. В этих моделях, располагающих средствами расширенного управления, их задействование происходит при установке бита 12 в единичное состояние. В моделях, которые не оборудованы средствами расширенного управления, наличие 1 в бите 12 вызывает программное прерывание.

Маска контроля машины — M (бит 13). Значение бита 13 определяет, доступен ли ЦП требованиям прерываний от схем контроля машины. Если бит 13 равен 0, то прерывания от схемы аппаратного контроля не происходят. Если же бит 13 равен 1, то неисправности в работе схем машины, а также обнаруживаемые неисправности при обработке команд производят прерывания от схем аппаратного контроля. Допустимость прерываний, связанных с другими видами неисправностей, определяется битами масок подклассов прерываний, расположенных в управляющем регистре 14.

Состояние ожидания — W (бит 14). Если бит 14 равен 1, то ЦП находится в состоянии ожидания. Если же бит 14 равен 0, ЦП находится в состоянии счета.

Состояние «Задача» — P (бит 15). Когда бит 15 равен 1, ЦП находится в состоянии выполнения программы решаемой задачи (проблемной программы); когда бит 15 равен 0, ЦП — в супервизорном состоянии (исполняется нужная в данный момент программа супервизора).

Признак результата — ПР (биты 18 и 19). Посредством значений этих битов характеризуются особенности результата выполнения команды.

Маска программы (биты 20—23). Каждый из четырех битов маски маскирует определенный вид программного прерывания:

20 — при переполнении в результате операции с фиксированной запятой;

21 — при переполнении в результате десятичной операции;

22 — при переполнении порядка в отрицательном направлении (при исчезновении порядка — *прим. перев.*);

23 — маска по значению (при потере значимости числа с плавающей запятой — *прим. перев.*)

Когда маскирующий бит равен 0, исключается возможность выполнения соответствующего прерывания. Размаскирование прерывания, например, по первой причине дает возможность определять, как заканчивается выполнение сложения и вычитания с фиксированной запятой.

Адрес команды (биты 40—63). Данное поле ССП предназначено для логического адреса команды. Этот адрес определяет расположение в ОП крайнего левого байта следующей команды программы.

В ЭВМ ЕС 1035 в режиме ЕС биты 0, 2—4, 16—17, 24—31 и 32—39 не используются и имеют нулевое значение. Если какой-либо из этих битов не равен 0, то возникает прерывание по причине нарушения спецификации ССП.

3.3. ПРЕРЫВАНИЯ

Система прерываний дает возможность ЦП оперативно реагировать на множество особых условий, которые возникают в самом процессоре или вне его. Основой построения системы прерывания является использование ССП, которое содержит оперативную информацию о текущем состоянии процесса выполнения каждой программы.

В ЭВМ «Ряд-1» состояние процессора определяется тремя парами взаимно исключающих состояний. Эти состояния называются: «ожидание-счет», «задача-супервизор» и «останов-работа». Они оставлены без изменения и в ЭВМ «Ряд-2».

При прерывании процессор выполняет следующие действия: запись в текущее ССП как старое подробной информации о причине прерывания и извлечение нового ССП из соответствующей ячейки ОП, постоянно закрепленной за данным типом прерывания. ССП, записанное как старое, содержит адрес очередной команды, которую следовало бы выполнить при нормальном продолжении последовательности исполнения программы.

Причины возникновения прерываний делятся на шесть классов, с тем, чтобы обеспечить специфическую реакцию на каждую из них и с определенным приоритетом. В их числе — прерывания при обращении к супервизору, программные, внешние, прерывания ввода-вывода, прерывание от схем контроля и прерывание повторного пуска ЦП. Прерывания могут возникать, когда ЦП находится в рабочем состоянии. Единственное прерывание повторного пуска может происходить и при нахождении ЦП в состоянии останова, выводя его из этого состояния.

Для каждого класса прерывания определены конкретные постоянные адреса ОП. По одному из них записывается соответствующее старое ССП, а по другому извлекается новое ССП. Причина

прерывания в виде специального идентифицирующего кода прерывания заносится в старое ССП. Коды прерываний ввода-вывода, внешних, программных и при обращении к супервизору состоят из двух байт и записываются в старом ССП (в режиме ВС) или в отдельной области ОП (в режиме ЕС).

Для управления прерываниями ввода-вывода используется также слово состояния канала (ССК, CSW), записываемое в ОП по адресу 64, и дополнительная информация, содержащаяся в области ограниченной регистрации состояния канала, а также в области расширенной регистрации ввода-вывода.

Прерывания, относящиеся к классам ввода-вывода, внешних, от схемы контроля, а также некоторые из программных прерываний имеют маскирующие биты и могут быть разрешенными или замаскированными. Прерывания повторного пуска и при обращении к супервизору не могут быть замаскированы.

Прерывания вызываются *требованиями прерываний*, которые находятся в состоянии ожидания до их удовлетворения или игнорирования. Выполнение прерывания разрешается только после завершения выполнения текущей команды и до начала следующей.

Прерывания от схем контроля дают сообщения об ошибках в работе аппаратуры ЦП, об их месте и характере.

Прерывания при обращениях к супервизору возникают, когда в программах встречаются команды типа SVC — ОБРАЩЕНИЕ К СУПЕРВИЗОРУ.

Программные прерывания возникают в ходе выполнения команд при обнаружении неправильной спецификации команды или данных, при необходимости реакции на возникающие программные или мониторные события. К причинам этого класса прерываний относят запись в программе неправильно определенной команды (с несуществующим в системе команд или запрещенным кодом операции), с неправильной спецификацией в адресной части — прим. *перев.*), попытку доступа к ОП с несоответствующим ключом защиты, некоторые особые случаи, возникающие при выполнении арифметических операций, и т. д. Когда появляется одновременно несколько требований программных прерываний, воспринимается и выполняется только одно из них, имеющее высший приоритет. Оно же индицируется кодом прерывания в старом ССП.

Внешние прерывания являются средством реагирования ЦП на различные сигналы, возникающие в ЭВМ и вне ее. В их числе могут быть сигнал интервального таймера, экстренный сигнал, внешний сигнал, нарушение синхронизации часов и др. Между ними также установлен приоритет, поскольку возможно одновременное возникновение нескольких различных сигналов — требований прерываний.

Прерывания ввода-вывода — это реакция ЦП на условия, возникающие в устройствах ввода-вывода и в каналах. Различные требования прерываний ввода-вывода также могут возникать

одновременно. Они сохраняются до их удовлетворения согласно установленному приоритету.

Прерывания повторного пуска являются средством, с помощью которого оператор или другой процессор прерывают выполнение некоторой команды. Оператор вызывает прерывание этого вида нажатием кнопки на инженерном пульте. В мультипроцессорном режиме повторный пуск может быть осуществлен с помощью команды СИГНАЛ ПРОЦЕССОРУ (SIGP), адресованной к данному ЦП.

При выполнении программы возможно одновременное возникновение нескольких условий, вызывающих требования прерывания. Такими условиями, например, могут быть сбой, запрос на прерывание ввода-вывода, требование внешнего прерывания и т. п. Для порядка реакции на такие запросы каждому классу прерываний установлен свой приоритет.

Наивысшим приоритетом обладает прерывание по сигналу об ошибке от схем контроля, и то для такой ошибки, которая не может просто подавлена, т. е. имеет место неотложное требование прерывания от схемы контроля. При таком условии текущая операция прекращается или аннулируется.

Остальные виды прерываний в порядке убывания их приоритета располагаются следующим образом:

- прерывание при обращении к супервизору;

- программные прерывания;

- прерывания от схем контроля, когда обнаруживаемые ошибки могут быть подавлены;

- внешние прерывания;

- прерывания ввода-вывода;

- прерывания повторного пуска.

Прием одновременно возникающих запросов сопровождается только записью старого ССП и выбором нового ССП в ответ сначала на одно из требований, соответствующих наиболее приоритетному классу прерывания. Команды не выполняются до тех пор, пока не приняты все возникшие запросы. Сразу после этого начинается выполнение команды под управлением последнего выбранного ССП, которое стало текущим. В результате последовательность исполнения ряда прерываний (исполнения подпрограмм их обработки) обратна порядку, в котором были приняты запросы.

3.4. МОНИТОР И СРЕДСТВА РЕГИСТРАЦИИ

В моделях ЭВМ «Ряд-2» предусмотрена возможность при достижении некоторой заданной точки выполняемой программы передавать управление программе с определенными функциями, называемой *монитором*. Этот переход осуществляется с помощью команды ОБРАЩЕНИЕ К МОНИТОРУ (MC).

Монитор удобен при измерениях, связанных с определенными кодами. С помощью монитора можно установить, какие программы

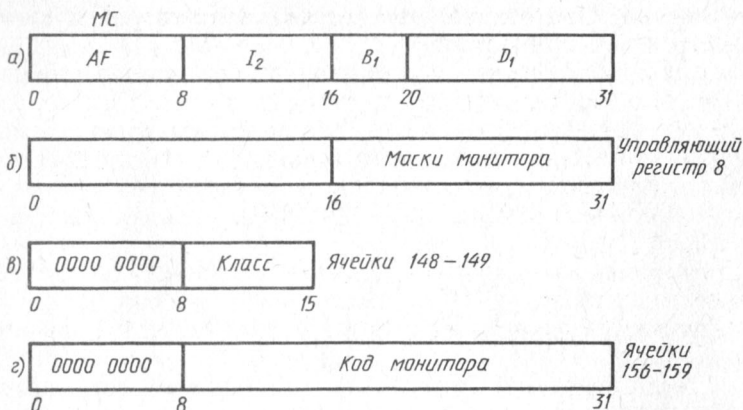


Рис. 3.2. Средства регистрации:

а — команда МС; б — маски монитора; в — класс монитора; г — код монитора

выполнялись, как часто повторялись отдельные программы или команды, сколько времени заняло выполнение программы или фрагмента программы и т. д.

Команда МС, показанная на рис. 3.2, относится к типу SI (ее код — AF). Она вызывает программное прерывание, если соответствующий бит мониторной маски в управляющем регистре 8 равен единице. Разряды 8—11 поля I_2 должны содержать нули. Значения бит 12—15 определяют один из 16 возможных классов монитора. Адрес, заданный в полях B_1 , D_1 команды, определяет код монитора. Класс и код монитора при прерывании записываются соответственно в ячейки 149 и 157—159 для последующего анализа и обработки.

Каждому из 16 мониторных классов соответствует маскирующий бит в разрядах 16—31 управляющего регистра 8. Условия вызова монитора вырабатываются селективно через распределение их по классам и введением маскирования. С помощью кодов монитора создаются дополнительные возможности для отслеживания определенных событий при проведении статистических исследований.

Средства регистрации программных событий представляют дополнительные возможности, в особенности при отладке программы. Предусмотрена регистрация следующих событий:

- успешное выполнение команды перехода;
- изменение содержимого определенного регистра общего назначения;
- выборка команды из определенной области ОП;
- изменение содержимого определенной области ОП.

Осуществлением программного прерывания производится запись информации о регистрируемом событии. Подлежащие регистрации события предварительно определяются и задаются в отлаживаемой или исполняемой программе.

Регистрация событий возможна только в режиме ЕС, и для ее маскировки предназначен бит 1 ССП этого режима. Управление регистрацией осуществляется через содержимое управляющих регистров 9, 10 и 11.

Биты 0—3 управляющего регистра 9 определяют подлежащие регистрации события: бит 0 — успешный переход, бит 1 — выборку команды из контролируемой области ОП, бит 2 — изменение содержимого контролируемой области и бит 3 — изменение содержимого общего регистра.

В управляющем регистре 10 в разрядах 8—31 находится начальный адрес области ОП, которая подлежит контролю. Конечный адрес этой области находится в разрядах 8—31 управляющего регистра 11.

При возникновении какого-либо из подлежащих контролю событий происходит программное прерывание, причина которого указывается установкой в состояние 1 бита 8 в коде прерывания. В ячейке 150 ОП она также указывается занесением 1 в разряд, соответствующий типу события, вызвавшего регистрацию. Распределение битов 0—3 по видам событий в ячейке 150 такое же, как и в управляющем регистре 9.

3.5. ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА

В моделях «Ряд-2» широко используются интегральные схемы (ИС) элементной базы с *эмиттерно-связанной логикой* — ЭСЛ (ИС серии 500). Основным преимуществом элементов ЭСЛ по сравнению с элементами ТТЛ является более высокое быстродействие: время переключения элемента составляет около 2 нс, при потребляемой мощности 25 мВт. Интегральные схемы этого типа представляют ненасыщенные быстродействующие переключатели тока, при изготовлении которых используется диффузионная планарно-эпитаксиальная технология.

Условия эксплуатации интегральных схем ЭСЛ

Температура окружающей среды — от -10 до $+75$ °С

Относительная влажность воздуха при 40 °С — до 98 %

Атмосферное давление — от 665 до $3 \cdot 10^5$ Па

Ускорение при вибрации с частотой от 5 до 2000 Гц — до 10 g

Корпус — ДИП-16

Напряжение основного источника питания — $5,2 \pm 0,26$ В

Электрическая схема базового ЭСЛ-элемента показана на рис. 3.3. Она содержит *переключатель тока*, выполненный на транзисторах T_1 , T_2 и T_3 , *источник опорного напряжения* — транзистор T_4 и термокомпенсирующие диоды D_1 и D_2 , а также *выходные эмиттерные повторители* на транзисторах T_5 и T_6 . Рассматриваемая схема является двухвходовым логическим элементом типа 2И/2И—НЕ.

Переключатель тока представляет собой дифференциальный усилитель, работающий в ключевом режиме. Для приема переключающих сигналов он может иметь два входа и более.

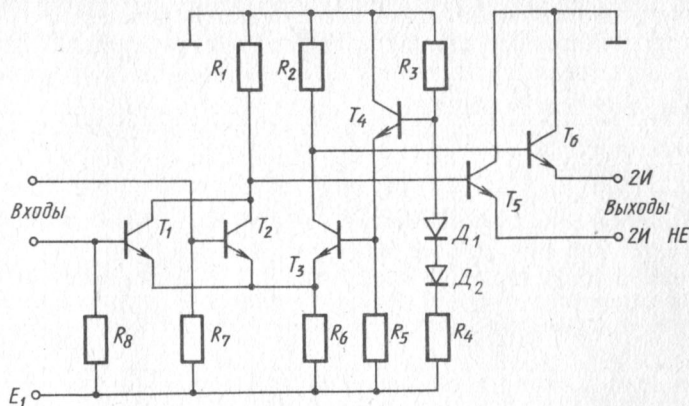


Рис. 3.3. Базовый ЭСЛ-элемент

Источник опорного напряжения определяет уровень потенциала, при котором производится переключение токового переключателя. Он равен $-1,3$ В и является средним между высоким и низким уровнями потенциалов логических сигналов.

Выходные эмиттерные повторители обеспечивают необходимую нагрузочную способность и совместимость по входу со следующими ИС. Для уменьшения рассеиваемой мощности нагрузочные резисторы эмиттерных повторителей вынесены в отдельный корпус (вне ИС) и подключены к другому источнику напряжения от $-2,0$ до $-2,4$ В. Это дает возможность организовать так называемую монтажную логику на выходах ИС и обеспечивает согласование линий связи.

С помощью монтажного соединения эмиттеров реализуется логическая функция И (при «отрицательной» логике). Соединение коллекторов используется для реализации логической функции ИЛИ.

Базовый элемент имеет два отдельных вывода «Земля»: один для дифференциального усилителя, а второй — для эмиттерных повторителей. Благодаря этому уменьшается влияние переходных процессов изменения токов эмиттерных повторителей на работу дифференциального усилителя.

Высокоомные базовые резисторы в схеме переключателя тока (R_7 и R_8) определяют высокий входной импеданс и способствуют высокой нагрузочной способности выходов. Одновременно решается и проблема неиспользуемых входов — они остаются свободными.

При «отрицательной» логике логической 1 соответствует низкий уровень потенциала ($-1,7$ В), а логическому 0 — высокий уровень ($-0,9$ В). При подаче на входы сигналов логической 1 транзисторы T_1 и T_2 закрываются, а T_3 — открывается. В коллекторах T_1 и T_2 ток практически не течет; ток через резисторы

3.3. Основные технические характеристики ИС серии 500

Параметр	Обозначение	Значение
Напряжение логической 1, В	U^1	$-1,63 \dots -2,0$
Напряжение логического 0, В	U^0	$-0,81 \dots -0,98$
Пороговое напряжение логической 1, В	$U_{\text{пор}}^1$	$-1,475$
Пороговое напряжение логического 0, В	$U_{\text{пор}}^0$	$-1,105$
Входной ток логической 1 (логического 0) в базовом элементе, мкА	$I_{\text{вх}}^1 (I_{\text{вх}}^0)$	$0,5 \dots 256$
Выходной ток логической 1, мА	$I_{\text{вых}}^1$	32
Коэффициент разветвления выхода	N	10

стор R_1 определяется только базовым током T_b . Эмиттерные повторители T_5 и T_6 работают в активном режиме, и падение напряжения на эмиттерных переходах составляет около 0,8 В. На прямом (единичном) выходе элемента устанавливается напряжение $-1,7$ В, т. е. выдается сигнал логической 1, а на инверсионном (нулевом) выходе (T_5) $-0,9$ В, т. е. сигнал логического 0. Если на один из входов элемента подается сигнал логического 0, то через T_1 или T_2 потечет коллекторный ток и элемент переключится в противоположное состояние.

Основные технические характеристики ИС серии 500 при нормальных климатических условиях и номинальных питающих напряжениях ($-5,2$ и $-2,0$ В) приведены в табл. 3.3.

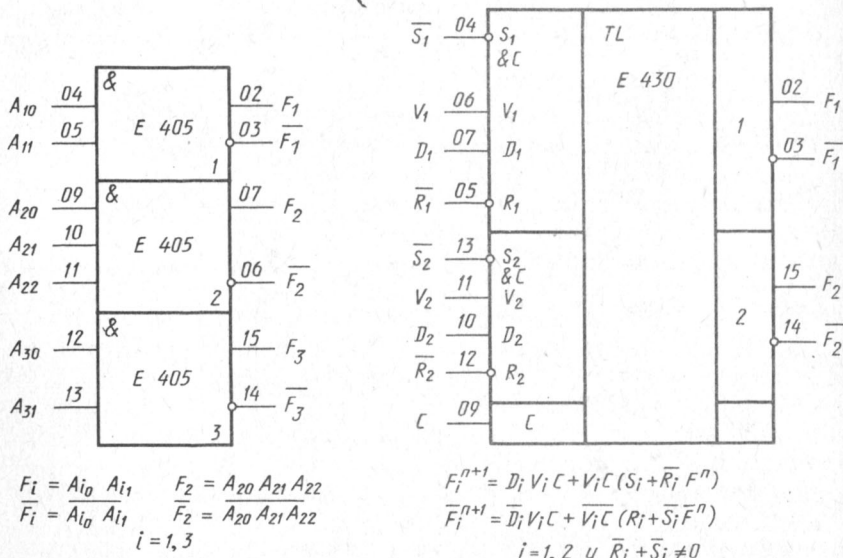
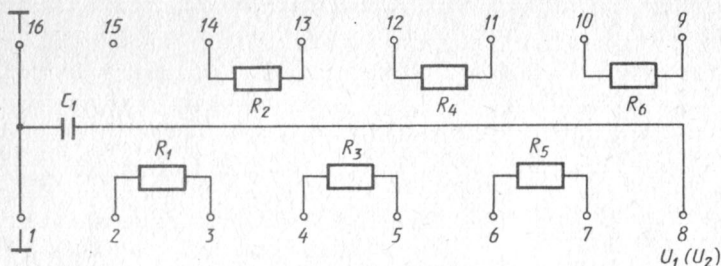


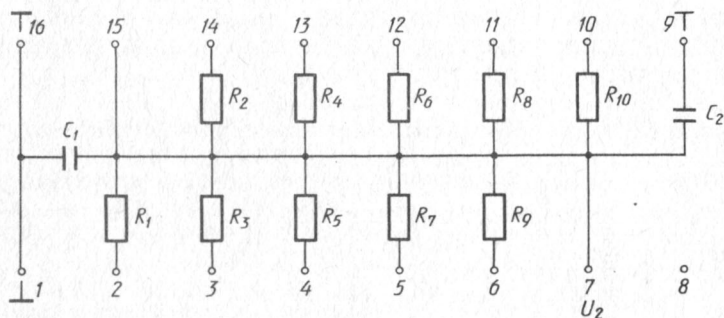
Рис. 3.4. Условные графические обозначения интегральных схем 500ЛМ105 и 500ТМ130

3.4. Интегральные схемы серии 500, используемые в ЕС 2635

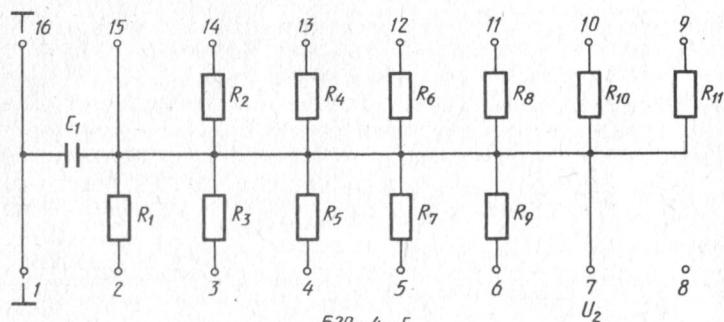
Интегральная схема	Условное обозначение в до- кумента- ции ЕС ЭВМ	Задержка, нс	Рассеива- емая мощ- ность, мВт	Функциональная характеристика
500ЛМ101	E401	2,0	104	4 эл. И/И—НЕ с одним общим входом
500ЛМ102	E402	2,0	104	3 эл. 2И—НЕ и 1 эл. 2И/2И—НЕ
500ЛМ105	E405	2,0	78	2 эл. 2И/2И—НЕ и 1 эл. 3И/3И—НЕ
500ЛЕ106	E406	2,0	78	2 эл. 3И—НЕ и 1 эл. 4И—НЕ
500ЛП107	E407	2,5	120	3 эл. сложения по модулю 2
500ЛМ109	E409	2,0	52	1 эл. 4И/4И—НЕ и 1 эл. 5И/5И—НЕ
500ЛЛ110	E410	2,4	160	2 мощных эл. 3И с тремя прямыми вы- ходами
500ЛЛ111	E411	2,4	160	2 мощных эл. 3И—НЕ с тремя инверсны- ми выходами
500ЛП115	E415	2,0	110	4 дифференциальных приемника с прямы- ми выходами
500ЛК117	E417	2,3	104	2 эл. 2И, 3И—2ИЛИ/2И, 3И—2ИЛИ—НЕ
500ЛС118	E418	2,3	104	2 эл. 3И—2ИЛИ
500ЛС119	E419	2,3	104	1 эл. 3И, 3И, 3И, 4И—4ИЛИ
500ЛК121	E421	2,3	104	1 эл. 3И—4ИЛИ/3И—4ИЛИ—НЕ
500ПУ124	E424	3,5	380	4 эл. И/И—НЕ, преобразователи уровней ТТЛ—ЭСЛ с одним общим входом
500ПУ125	E425	5,0	380	4 дифференциальных приемника, преоб- разователи уровней ЭСЛ—ТТЛ с прямыми выходами
500ТМ130	E430	3,0	160	2 синхронных DV-триггера с общим син- хросигналом
500ТМ131	E431	3,0	234	2 синхронных двухступенчатых триггера с общим синхросигналом
500ТМ133	E433	4,0	305	2 двухразрядных регистра с синхронными DV-триггерами
500ТМ134	E434	5,0	225	2 синхронных DV-триггера с двумя мульт- иплексными входами и общим синхросиг- налом
500ИЕ160	E464	5,0	322	Сумматор по модулю 2 с 12 входами и па- рафразным выходом
500ИД161	E461	4,0	494	Дешифратор 3-входовой с управлением и 8 прямыми выходами
500ИД162	E462	4,0	494	Дешифратор 3-входовой с управлением и 8 инверсными выходами
500ИД164	E464	3,0	494	Мультиплексор 8-входовой с управлением и 1 выходом
500РУ410	E444			Элемент ОЗУ емкостью 256 бит (256×1)
500РУ401	B155			Элемент ОЗУ емкостью 16 бит (16×1)
500РУ415	E445			Элемент ОЗУ емкостью 1024 бит (1024×1)
500РУ148	E448			Элемент ОЗУ емкостью 64 бит (64×1)



Б20-4-2



Б20-4-4



Б20-4-5

Рис. 3.5. Электрические схемы соединения резисторов и конденсаторов в блоках Б20-4

Серия ИС 500 представляет собой функционально полную систему элементов, включающую логические, функциональные, арифметические, специальные и запоминающие интегральные схемы. Основные типы интегральных схем, используемых в процессоре ЕС 2635, показаны в табл. 3.4.

В качестве примера на рис. 3.4 приведены условные графические обозначения и логические функции, реализуемые интегральными схемами 500ЛМ105 и 500ТМ130. Цифрами обозначаются номера контактов интегральных схем.

Нагрузочные резисторы, используемые в ЭСЛ-схемах, изготавливаются в виде резисторных и резисторно-конденсаторных блоков (сборок), по конструкции совместимых с корпусами ИС серии 500.

Применение резисторно-конденсаторных сборок позволяет существенно уменьшить уровень помех, возникающих при переключении ИС из одного логического состояния в другое. В ЕС 1035 наиболее широко используются блоки типа Б20-4, монтируемые в корпусах ДИП-16.

Электрические схемы наиболее часто используемых модификаций: Б20-4-2, Б20-4-4 и Б20-4-5 — показаны на рис. 3.5.

Предельно допустимая рассеиваемая мощность в блоке составляет 0,5 Вт при температуре 70 °С, а для одного резистора — 0,075 Вт. Сопротивления резисторов могут быть 50, 75 или 100 Ом; емкость развязывающих конденсаторов — 4700 пФ. Унификация корпусов ИС и резисторных блоков обеспечивает удобство размещения и установки их на печатных платах.

Кроме рассмотренной элементной базы типа ЭСЛ, используемой преимущественно в процессоре ЕС 2635, в остальных устройствах ЭВМ ЕС 1035 применяются также ТТЛ ИС и дискретные полупроводниковые элементы.

3.6. ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

Сравнительно большая мощность, потребляемая интегральными схемами типа ЭСЛ, вызывает необходимость использования мощных блоков электропитания. Разработанные в последние годы мощные полупроводниковые приборы, характеризующиеся хорошими ключевыми параметрами и высокой граничной частотой, дали возможность значительно повысить эффективность *унифицированных вторичных источников питания (УВИП)* и применять *бестрансформаторное выпрямление* сетевого напряжения.

Унифицированные источники питания представляют собой бестрансформаторные импульсные стабилизаторы напряжения компенсационного типа с регулируемыми преобразователями. Они оснащаются *устройствами защиты* от повышения или понижения исходного напряжения, от токовой перегрузки и короткого замыкания.

Переменное напряжение сети выпрямляется мощными выпрямительными диодами и фильтруется. Далее с помощью мостового инвертора, работающего с частотой переключения 20 кГц, оно преобразуется в низковольтное напряжение, поступающее в виде прямоугольных импульсов на вход двухполупериодного выпрямителя, после которого опять фильтруется.

Мостовой инвертор содержит ключевые транзисторы, управляемые импульсным модулятором, который, в свою очередь, охвачен цепью обратной связи от выходного напряжения.

УВИП	Номинальное выходное напряжение, В	Номинальный ток на- грузки, А	Динами- ческое измене- ние тока нагрузки, %	Суммар- ная не- стабиль- ность выход- ного на- пряжения, %	КПД	Размер, мм
2,4 В/80 А	2,4	80	20	4	0,45	386×178×196
5 В/90 А	5,0	90	10	3	0,73	386×178×196
5,2 В/80 А	5,2	80	10	3	0,73	386×178×196
12,6 В/20 А	12,6	20	90	4	0,80	386×178×196

Условия эксплуатации УВИП

Питание — от трехфазной сети переменного тока 380/220 В с допустимыми отклонениями в пределах от +10 до —15 %

Минимальная рабочая температура — +5 °С

Максимальная рабочая температура при включенной принудительной вентиляции со скоростью обдува 2 м/с — +55 °С

Максимальная рабочая температура при естественном охлаждении — +40 °С

Максимальная влажность при температуре окружающего воздуха 30 °С — 95 %

Основные технические характеристики УВИП, используемых в ЕС 2635, приведены в табл. 3.5.

В общей схеме электропитания ЭВМ ЕС 1035 сетевое напряжение поступает от распределительного устройства в блок управления питанием системы (БУП), откуда в определенной последовательности подается на УВИП. Последние обеспечивают выдачу необходимых стабилизированных напряжений для процессора и устройств ввода-вывода. Для устранения влияния больших колебаний сетевого напряжения рекомендуется использование двухмашинного агрегата — мотора-генератора.

Блок управления питанием предназначен для обеспечения определенной последовательности включения и выключения устройств ЭВМ, выдачи сигнализации о работе системы и возможных аварийных ситуациях, а также для осуществления дистанционной и автономной работы технических средств.

Основные функции БУП

Обеспечение дистанционного и местного включения-выключения УВИП в рамках одного устройства.

Контроль сетевого напряжения и допустимости перекоса фаз.

Обеспечение необходимой сигнализацией о состоянии УВИП в нормальном, профилактическом и аварийном режимах.

3.7. КОНСТРУКЦИЯ

Все технические средства ЕС ЭВМ построены по модульному принципу с широким использованием унификации и стандартизации конструктивных составляющих на всех уровнях.

Базовые конструкции построены по принципу входимости модулей низшего уровня в модули высшего уровня.

Конструктивные модули разных уровней, применяемые в ЕС ЭВМ:

интегральная схема — в ЭВМ «Ряд-2» содержит ограниченное число логических элементов, выполняющих универсальные логические функции;

типовой элемент замены (ТЭЗ) — на поверхности которого расположены ИС и другие элементы, образующие логический функциональный узел;

панель (кассета) — содержит группу ТЭЗ, из которых формируется логически законченный функциональный блок;

рама — в ней размещается до шести блоков панелей;

стойка (шкаф) — вмещает до трех рам.

Типовой элемент замены (ТЭЗ) представляет собой многослойную печатную плату (МПП) с прикрепленным к ней 113-контактным соединительным разъемом. На плате монтируются ИС и резисторно-конденсаторные блоки, а также развязывающие конденсаторы. Размер МПП 150×140 мм. На ней можно расположить до 60 ИС в пять рядов по 12 ИС в каждом.

По структуре МПП содержит следующие слои: T1 (U1)—C1—C2—U0—U2—C3—C4—T2, где C1—C4 — четыре сигнальных слоя, U0 — слой потенциала земли, U2 — слой питания нагрузочных резисторов, T1 и T2 — технологические слои.

Питающее напряжение ЭСЛ ИС (—5,2 В) подается по печатным проводникам в слое T1. Слой U0 представляет собой решетку металлизированных проводников шириной 0,5 мм, имеющую выводы на 16 равномерно расположенных в разьеме контактов. Слой U2 по исполнению аналогичен слою U0.

Для фильтрации низкочастотных составляющих двух напряжений U_1 и U_2 на плате устанавливаются два конденсатора емкостью по 6,8 мкФ. Высокочастотные составляющие напряжения U_1 фильтруются с помощью 8 конденсаторов емкостью по 0,15 мкФ, а напряжения U_2 — конденсатором емкостью 1 мкФ.

Печатные проводники в сигнальных слоях C1, C2, C3 и C4 имеют ширину 0,5 мм с допустимым сужением до 0,3 мм в критических местах. Трассировка производится по ортогональной системе с шагом не менее 1,25 мм.

Соединительные разъемы имеют три ряда контактных выводов, из которых 90 используются как сигнальные. Они расположены в двух внешних рядах, обозначенных А и С. В каждом из них имеется по 45 контактов. Ряд В служебный, он используется для подачи питающих напряжений и потенциала «земли». Всего в нем задействовано 23 контакта.

Максимальная мощность, потребляемая одним ТЭЗ, не должна быть более 6 Вт, а максимальная суммарная мощность, рассеиваемая всеми ТЭЗ, одной панели, не должна превышать 160 Вт.

Помимо описанных ТЭЗ, которые являются основными для процессора ЕС 2635, в различных устройствах ЕС 1035 используются и стандартные для ЕС ЭВМ «Ряд-1» ТЭЗ с двусторонним печатным монтажом.

Панель выполнена на основе печатной платы, которая в ЕС 1035 имеет размер 180×360 мм. Она предназначена для установки до 20 ТЭЗ и обеспечения подачи питающего напряжения и потенциала земли. Печатная плата панели имеет двусторонний печатный монтаж. Токопроводящий слой на одной стороне имеет потенциал земли, и к нему подпаиваются соответствующие контакты рядов В ответных частей разъемов. Токопроводящий слой на другой стороне служит для подачи питающего напряжения на соответствующие выводы этих же частей разъемов.

Электрическое соединение платы панели с питающим напряжением и землей осуществляется через семь разъемов, расположенных в ряд над разъемами для ТЭЗ, причем каждый из них рассчитан на подачу пяти потенциалов. Между разъемами ТЭЗ на плате расположена гребенка со штыревыми контактами для подачи потенциала земли, к которым могут подсоединяться шины земли в виде скрученных пар проводов.

Места расположения разъемов ТЭЗ и интервалы между ними определяются *направляющими для ТЭЗ*, укрепленными на верхних и нижних стенках блоков панелей. Боковые стороны блока панели вместе с платами ТЭЗ образуют в раме вертикальные вентиляционные проходы.

Рама предназначена для расположения блоков панелей с ТЭЗ, блоков питания, вентиляторных блоков и шин питающих напряжений. Рама представляет собой металлический каркас, изготовленный из специального профиля. Внутри каркаса с помощью винтов крепления фиксируются панели. В зависимости от расположения в шкафу рамы бывают *подвижными* и *неподвижными*. Подвижные рамы имеют петли для поворота и крепления для фиксации рам в неподвижном состоянии. С двух сторон неподвижных рам и с осевой стороны подвижных рам монтируются специальные *консоли* для интерфейсных разъемов и межрамных связей, осуществляемых с помощью плоских кабелей.

В верхней и нижней частях рамы устанавливаются блоки электровентиляторов, обеспечивающие в раме два вертикальных воздушных потока. Датчики наличия воздушного потока и сигнальные лампы всех вентиляторных блоков служат для контроля исправности системы вентиляции.

Электромонтаж в панелях и рамах производится накруткой. Для уменьшения наводимых помех разработаны правила выполнения различных видов связей одиночными проводами, скрученными парами проводов, плоским кабелем или трехжильным ви-

тым кабелем. Использование того или другого типа связи определяется расстоянием и видом передаваемых сигналов — логических, синхронизирующих, индикационных и т. д. Внутренние соединения в блоках панелей обычно осуществляются одиночными проводниками. Межпанельные соединения выполняются скрученными парами проводов, а межрамные — плоскими кабелями.

Шкаф предназначен для размещения аппаратуры целого устройства. Стандартный шкаф содержит три рамы — среднюю, закрепленную неподвижно, и две крайних, подвешенных на вертикальных осях, которые обеспечивают возможность поворота на 90° . Основание шкафа изготавливается в виде рамы из сварных металлических профилей. Вверху и внизу шкафа расположены решетчатые фильтры для очистки воздушного вентиляционного потока.

4.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Центральный процессор предназначен для управления выполнением команд, входящих в систему команд машины, а также всеми действиями, предусмотренными принципами функционирования ЕС 1035. Он содержит средства адресования оперативной памяти, считывания информации из ОП и записи в нее, арифметической и логической обработки данных, обработки потока команд при выполнении программы и для установления связи между ОП и устройствами ввода-вывода (УВВ).

Связь между ОП и УВВ осуществляется посредством каналов, через интерфейс ввода-вывода и устройства управления УВВ. Выполнение операций ввода-вывода и управление устройствами ввода-вывода рассмотрены в гл. 5, 7, 8 и 9.

В центральном процессоре реализован микропрограммный принцип управления. Микропрограммы хранятся в перезагружаемой управляющей памяти (УП) емкостью 32 или 48К байт, выполненной на интегральных схемах. Очередная микрокоманда длиной в одно слово из УП поступает в регистр микрокоманд и определяет все действия в ЦП в течение следующего за этим цикла.

Центральный процессор имеет переменный цикл работы, зависящий от типа выполняемой микрокоманды.

За одно обращение к ОП может быть считана или записана информация длиной в слово, полуслово или байт. Максимальная емкость ОП составляет 4М байта.

В ЦП обычно каждой исполняемой микропрограмме предшествует предварительный выбор очередной команды программы. Аппаратура блока выбора команд содержит три буферных регистра, в которых хранится считанное из ОП двойное слово. Для ускорения выполнения последовательности команд в ЦП формирование адресов операндов совмещается с предварительным выбором следующего двойного слова командной информации в буферные регистры.

Структурная схема центрального процессора приведена на рис. 4.1.

Центральный процессор имеет магистральную структуру обработки данных. Передача информации между отдельными блоками осуществляется через арифметическо-логи-

чешский блок. Информационные потоки из различных блоков ЦП сходятся на входных регистрах GRA и GRB АЛУ. Разрядность основных информационных потоков в ЦП составляет 4 байт.

В регистр GRA поступают данные из локальной памяти, расширенной локальной памяти, регистров GRZ и GRSPTL и блока обращения к специальным регистрам. Последний производит объединение и избирательное распределение информационных потоков в различные блоки и узлы процессора.

В регистр GRB данные поступают из локальной памяти, расширенной локальной памяти и из регистров GRZ и GRSPTL.

Результаты обработки в АЛУ поступают в ассемблер данных, производящий также прием и избирательное распределение информации, принимаемой из ОП и УП. Выходы ассемблера данных образуют входные шины записи информации в различные блоки и узлы центрального процессора.

Блок управления и синхронизации производит прием кодов микрокоманд с выходной шины данных УП в четырехбайтный регистр микрокоманд GRC, осуществляет их дешифрирование и выработку управляющих сигналов для остальных блоков ЦП. Особенностью управления в ЦП является непосредственное использование шин данных УП для подачи адресов в локальную и расширенную локальную памяти и в блок обращения к специальным регистрам, что ускоряет выбор операндов.

В блоке управления и синхронизации вырабатываются стандартные последовательности импульсов, поступающих в различные точки процессора и синхронизирующих во времени работу различных узлов и блоков.

Основным буферным запоминающим устройством для промежуточного хранения операндов, обрабатываемых в АЛУ, а также для хранения содержимого общих регистров и регистров с плавающей запятой является *локальная память* (ЛП). Она состоит из двух одинаковых матриц: ЛП-А и ЛП-В, содержащих идентичную информацию и обеспечивающих возможность одновременного считывания двух операндов из ЛП по различным адресам.

Расширенная локальная память (РЛП) представляет собой набор аппаратурных адресуемых регистров, используемых в блоке выбора команд, в блоке динамического преобразования адресов и при работе селекторных каналов.

Блок обращения к *специальным регистрам* обеспечивает доступ микрокоманд к различным узлам и схемам каналов ЦП, инженерного пульта, адаптеров, блока прерывания, блока контроля и др.

Регистр GRSPTL состоит из четырех самостоятельных однобайтных регистров: GRC, GRP, GRT, GRL, объединенных общим адресом доступа к ним. В регистре GRS содержатся: код команды или признаки операции и результата ее выполнения в АЛУ. В регистре GRP хранится базовый адрес ЛП, РЛП или специальных регистров. Регистр GRT используется в операциях сдвига и содержит счетчики косвенной адресации байтов операндов. В регистр GRL заносятся непосредственно байты команд; он служит для косвенной адресации операндов в ЛП.

В течение одного цикла в АЛУ обрабатывается слово (в операциях пересылки — *прим. перев.*) или байты данных, подающиеся из ЛП, РЛП или специальных регистров, и результат поступает в выходной регистр. Запись результата в ЛП, РЛП или специальные регистры производится в следующем цикле из бу-

ферного регистра GRD через ассемблер данных. Для того чтобы исключить влияние такой последовательности записи на процесс микропрограммирования, в ЦП включены схемы, производящие сравнение адресов источников текущей микрокоманды с адресом записи результата предшествующей микрокоманды. При равенстве этих адресов происходит передача операнда из регистра GRZ на вход А или В, вместо его считывания из ЛП или РЛП.

Информация, считанная из ОП, поступает по шинам данных на вход ассемблера данных, передающего ее затем в определенный узел. Информация, которая должна быть записана в ОП, подается на входные шины данных ОП с выхода байт-ассемблера А. Адреса обращения к ОП хранятся в ЛП или РЛП. Адреса, подлежащие динамическому преобразованию, хранятся только в РЛП.

Каналы используют тот же информационный тракт для обращения к ОП, что и основные схемы ЦП. Поэтому для передачи данных при операциях ввода-вывода необходимо на время обмена информацией с ОП производить прерывания в работе микропрограмм. Для байт-мультиплексного канала это прерывание осуществляется на микропрограммном уровне. Селекторные каналы используют аппаратно организуемые прерывания — разделенный цикл обмена данными с ОП.

4.2. МИКРОПРОГРАММНОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Управление всеми действиями в процессоре осуществляется микропрограммным способом. Микропрограммы хранятся в УП в виде последовательности микрокоманд. В управляющей памяти имеется возможность записи и считывания информации. При выключении процессора содержимое управляющей памяти разрушается, поэтому каждый раз при включении процессора необходимо производить *перезагрузку* микропрограммы в УП.

Микропрограммы хранятся на гибком магнитном диске и загружаются в УП с помощью так называемого *пультового накопителя*, который подробно рассмотрен в 7.5.

Микрокоманды, используемые в ЦП ЕС 2435, по формату сходны с программными командами. Они содержат код микроопераций и адресную часть, определяющую используемые операционные регистры. Отдельные микрокоманды управляют различными функциями ЦП и последовательно совершают обработку информации в АЛУ, обращение к ОП, передачу информации, переходы в микропрограммах и т. д. Это уменьшает количество параллельно выполняемых микроопераций по сравнению с использованием длинных микрокоманд, в которых отдельные поля управления функциональными узлами используются параллельно, так как иначе невозможно организовать параллельную работу различных функциональных узлов с помощью одной и той же микрокоманды. Однако при этом удлинение микрокоманд ведет

к увеличению емкости и соответственно стоимости управляющей памяти.

В ЕС 2435 применены функционально мощные микрокоманды, что в сочетании с магистральной организацией ЦП позволяет использовать УП меньшей емкостью.

Используются семь типов микрокоманд: ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ МОДУЛЯ, ПЕРЕХОД, ПЕРЕХОД С ВОЗВРАТОМ, ВОЗВРАТ, ПЕРЕСЫЛКА, ПАМЯТЬ и АРИФМЕТИКА.

Во время работы ЦП микрокоманды считаются из УП в определенной последовательности и заносятся в регистр микрокоманд GRC. На выходе регистра GRC производится дешифрование каждой микрокоманды и вырабатываются соответствующие управляющие сигналы, осуществляющие выполнение микрокоманды в ЦП.

4.2.1. Формирование адреса микрокоманды

Адрес следующей микрокоманды формируется принудительно. Это значит, что при выполнении каждой микрокоманды в ней явно или неявно задается адрес или часть адреса следующей микрокоманды. Поэтому каждая микрокоманда, кроме выполнения определенных функций, заданных кодом микрокоманды, осуществляет переход к следующей микрокоманде.

Некоторые микрокоманды могут совершать переход по любому адресу в пределах имеющейся УП. Другие микрокоманды могут выполнять переходы по адресам только в пределах отдельных блоков УП. Такой блок называется *модулем*. Вся управляющая память условно разделена на модули по 256 байт (64 микрокоманды).

Адресация УП производится с помощью регистров GRM2 и GRM3. Содержимое регистра GRM2 определяет адрес модуля УП, а содержимое GRM3 — адрес внутри модуля. Поэтому микрокоманды, осуществляющие переход за пределы модуля, изменяют содержимое регистров GRM2 и GRM3, микрокоманды, выполняющие переход внутри модуля, изменяют только содержимое регистра GRM3. При обращении к УП для выборки микрокоманд разряды 6 и 7 регистра GRM3 не используются (рис. 4.2).

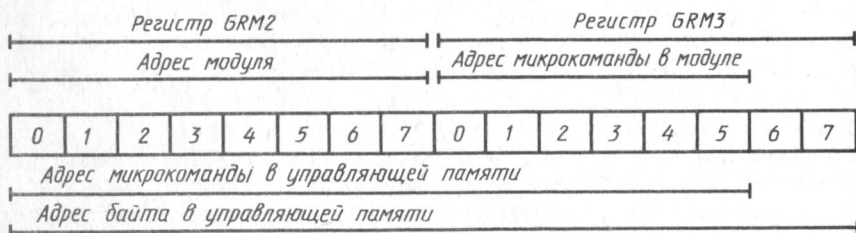


Рис. 4.2. Адресация управляющей памяти

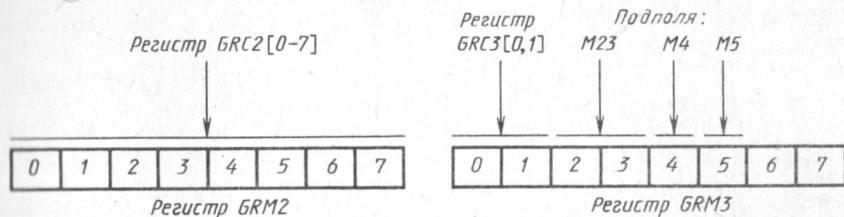


Рис. 4.3. Формирование полного адреса следующей микрокоманды

Для организации переходов в микропрограммах в любых направлениях используются так называемые *группы переходов*. Группа переходов может состоять из 2, 4 или 16 последовательно расположенных микрокоманд. Переходы задаются содержимыми подполей выполняемой микрокоманды, условно обозначаемых M23, M4 и M5 (рис. 4.3). (В символических записях микрокоманд содержимые этих подполей обозначаются условными символами, например, S1, S2 ..., B0, B1, ..., B7, Z0 и т. п. — прим. перев.) Подполе M5 определяет значение младшего разряда адреса следующей микрокоманды. По содержимому этого подполя определяется установка GRM3 [5] * в 0 или 1 в зависимости от анализа состояния различных триггеров ЦП. Аналогично происходит установка состояния GRM3 [4] с использованием подполя M4. Заданием условий в подполях M4 и M5 организуются переходы в четырех направлениях.

В микрокоманде типа ПЕРЕХОД подполе M23 определяет замену содержимого GRM3 [2, 3] содержимым разрядов 0 и 1 GRT. По указанному выше принципу в целом подполя M23, M4 и M5 вместе определяют разветвления по 16 направлениям. Остальные разряды адреса следующей микрокоманды определяются содержимым полей АДРЕС МОДУЛЯ и УСТАНОВКА GRM3 [0—3] предыдущей микрокоманды. Формирование полного адреса микрокоманды показано на рис. 4.3, а частичного адреса (внутри модуля) — на рис. 4.4.

При выполнении различных микрокоманд происходит обращение к ЛП, РЛП или специальным регистрам. На рис. 4.5 показана схема формирования информации на адресных шинах X и Y,

* Разряд 5 регистра GRM3.

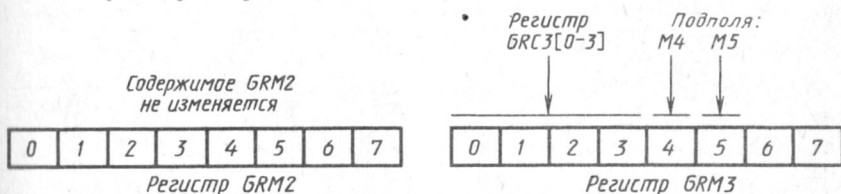


Рис. 4.4. Формирование частичного адреса следующей микрокоманды

Разряды регистра BRС1 или BRС2				РЗ	Примечание	Формирование адреса локальной памяти или специальных регистров											
0	1	2	3			Разряды регистра BRС1 или BRС2											
0	X	X	X	X	Прямой адрес слова локальной памяти	BRP[5]	BRP[6]	BRP[7]	1			2	3	4	5		
						BRP[1]	BRP[2]	BRP[0]	GRL[1]			GRL[2]	*	Разряды регистра BRС1 или BRС2			
1	0	0	X	0	Косвенный адрес слова локальной памяти									4	5		
						BRP[1]	BRP[2]	BRP[4]	BRL[5]			BRL[6]	BRL[7]	Разряды регистра BRС1 или BRС2			
1	1	0	1	0	Косвенный адрес слова локальной памяти							Разряды регистра BRС1 или BRС2					
						BRP[5]	BRP[6]	BRP[7]	1			2	3	4 или 6	5 или 7		
1	0	1	X	0	Косвенный адрес слова, косвенный адрес байта							Разряды регистра BRС1 или BRС2					
						BRP[1]	BRP[2]	BRP[0]	GRL[1]			GRL[2]	*	Разряды регистра BRС1 или BRС2			
1	X	X	X	1	Специальные регистры	BRP[0]	BRP[1]	BRP[2]				Разряды регистра BRС1 или BRС2					
									1			2	3	4	5		
1	1	0	0	X	Регистр BRSP7L	000 – 111					1			0	0	Разряды регистра BRС1 или BRС2	
											4			5	Разряды регистра BRС1 или BRС2		
											4			5	Разряды регистра BRС1 или BRС2		
											4			5	Разряды регистра BRС1 или BRС2		

РЗ - разряд 3 регистра BRP

X - значение разряда
не учитывается* - операция ИЛИ над содержимыми
разряда 3 регистра BRС1 (BRС2)
и разряда 3 регистра BRС1

Рис. 4.5. Формирование адресных шин

с помощью которой определяется адрес локальной памяти или специального регистра в зависимости от значения определенного бита микрокоманды.

Прямой адресацией слова называется такая адресация, при которой его адрес определяется по значению разрядов регистров GRC и GRP. *Прямой адресацией байта* называется такая адресация, при которой его номер в слове определяется по значению поля адреса (в GRC1 или GRC2) в микрокоманде. *Косвенный адрес слова* определяется по значению разрядов регистров GRL, GRP и GRC. *Косвенный адрес байта* в слове определяется по значению разрядов регистра GRT.

При адресации источника с помощью битов первого б а й т а микрокоманды (GRC1) допускается обращение в локальной памяти А, расширенной локальной памяти и специальным регистром.

При адресации источника с помощью битов второго б а й т а микрокоманды (GRC2) допускается обращение к локальной памяти В и расширенной локальной памяти.

При адресации регистра для записи результата с помощью битов первого или второго байта микрокоманды допускается обращение к локальной памяти А и В, расширенной локальной памяти и специальным регистрам.

4.2.2. Микрокоманда ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ МОДУЛЯ

Микрокоманда обеспечивает:

переход к любой микрокоманде в УП;
пересылку в регистры GRS, GRT и GRL байта из ЛП, РЛП или специальных регистров.

Формат микрокоманды показан на рис. 4.6.

Отдельные разряды регистра микрокоманд GRC имеют следующее назначение. Разряды 0—3 старшего байта (регистр GRC0) имеют значение 0000 и тем самым определяют тип данной микрокоманды. Разряды 4—7 соответствуют подполю M4 и определяют значение, заносимое в разряд 4 регистра GRM3. Фиксированные значения 0 и 1 определяют установку GRM3 [4]. Символ S означает, что значение GRM3 [4] определяется по соответствующему разряду регистра GRS. Символ ВН задает анализ разрядов 0—3 байта источника перехода. Если эти разряды отличны от нуля, разряд 4 GRM3 принимает значение 1, в противном случае — 0. Остальные символы (B0 — B7) указывают соответствующие разряды байта источника, определяющие непосредственное состояние GRM3 [4].

Разряды 0—5 GRC1 определяют адрес байта ЛП, РЛП или специальных регистров, извлекаемого для анализа перехода. Разряды 0—3 используются для формирования части адреса слова, в котором находится байт для анализа, а разряды 4 и 5 определяют номер байта в слове.

Разряды 6 и 7 задают вид выполняемой в микрокоманде операции — передачу байта, определенного разрядами 0—5 GRC1, в регистр GRS, GRT или GRL.

Разряды 0—7 регистра GRC2 определяют адрес модуля, который заносится в регистр GRM2 во время формирования адреса следующей микрокоманды.

Значение младшего байта адреса следующей микрокоманды определяется содержанием GRC3.

Байт 0								Байт 1								Байт 2								Байт 3																																
0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7																									
Микрокоманда				Установка разряда 4 регистра GRM3				Адрес байта источника перехода								Пересылка								Адрес модуля								Установка разрядов 0-3 и 5 регистра GRM3																								
				Значение битов				Операция								Значение битов																																								
0000 — ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ МОДУЛЯ				M4	Значение битов				Биты 0-3 определяют адрес слова. Биты 4 и 5 определяют номер байта в слове								Операция								Эти биты при формировании адреса следующей микрокоманды передаются в регистр GRM2								M5								Значение битов															
				0	0000												—								00																0								0000							
				1	0001												S = ЛП								01																1								0001							
				S1	0010												T = ЛП								10																20								0010							
				S0	0011												L = ЛП								11																NZ								0011							
				S2	0100																																				S3								0100							
				S4	0101																																				S5								0101							
				S6	0110																																				S7								0110							
				BN	0111																																				BL								0111							
				BN	1000																																				BL								1000							
				BN	1001																																				BL								1001							
				BN	1010																																				BL								1010							
				BN	1011																																				BL								1011							
				BN	1100																																				BL								1100							
				BN	1101																																				BL								1101							
				BN	1110																																				BL								1110							
				BN	1111																																				BL								1111							

Рис. 4.6. Формат микрокоманды ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ МОДУЛЯ

Разряды 0—3 GRC3 определяют непосредственное значение, заносимое в GRM3 [0—3]. Разряды 4—7 соответствуют подполю M5 и определяют установку GRM3 [5]. Символы S и B означают то же самое, что и в подполе M4. Символ Z0 вызывает проверку GRS [4, 5] на состояние 1. Если оба разряда имеют значение 1, GRM3 [5] устанавливается в состояние 1, в противном случае — в 0. Символ NZ означает анализ байта источника на ненулевое состояние. Если он отличен от 0, в GRM3 [5] устанавливается 1, в противном случае — 0. Символ BL вызывает проверку разрядов 4—7 байта источника на ненулевое состояние. Если они отличны от нуля, в GRM3 [5] устанавливается 1, в противном случае — 0.

Цикл выполнения микрокоманды составляет 247,5 нс в случае, когда проверка разрядов байта источника перехода происходит в подполе M4 и этим байтом не является регистр GRS. В остальных случаях цикл процессора равен 202,5 нс.

4.2.3. Микрокоманда ПЕРЕХОД

Микрокоманда ПЕРЕХОД (рис. 4.7) обеспечивает:

- возможность установки в состояние 0 или 1 определенных разрядов байта в ЛП, РЛП или специальных регистрах с переходом к микрокоманде, находящейся в данном модуле УП;

- возможность перехода к любой микрокоманде УП (специальная функция переключения модуля);

- возможность установки в 0 или 1 триггера ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КЛЮЧ. Состояние 1 этого триггера разрешает формирование недействительных контрольных разрядов в определенных регистрах ЦП при исполнении диагностических микропрограмм.

Тип микрокоманды определяется разрядами 0—3 регистра CRC0 (в данном случае — 0001). Подполе M4 определяется значениями разрядов GRC0 [4—7] и устанавливает GRM3 [4] в состояние 1 или 0. Функции подполя M4 такие же, как в микрокоманде ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ МОДУЛЯ.

Адрес байта ЛП, РЛП или специальных регистров, извлекаемого для анализа условий перехода, определяется по значениям GRC1 [0—5]. Способ передачи содержимого поля K (разряды 4—7 GRC2) в АЛУ для формирования маски сброса или установки определяется по GRC1 [6, 7]. Если разряды 6 и 7 принимают значение 01, поле K передается в младшие четыре разряда АЛУ, при значении 10 поле K передается в старшие четыре разряда АЛУ, а при значении 11 поле K передается в старшие и младшие разряды АЛУ.

Значение 00 разрядов 6 и 7 GRC1 определяет специальную функцию переключения модуля. При выполнении этой функции содержимое регистра GRC2 передается в регистр GRM2, а содержимое разрядов 0 и 1 регистра GRT пересылается в GRM3 [2, 3]. В этом случае сброс или установка не происходит.

Если GRC2 [0] находится в состоянии 1, то триггер ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КЛЮЧ устанавливается в 1 или 0, в зависимости от состояния GRC2 [1]. Этот разряд определяет следующие действия (сброс в 0 или установку в 1) над байтами микрокоманды ПЕРЕХОД:

- при значении разряда, равном 0, выполняется операция ИЛИ над байтом источника перехода и маской сброса или установки в 1. Эта операция устанавливает разряды, определяемые маской, в 1;

- при значении, равном 1, выполняется операция И с инвертированием над байтом источника перехода и маски. Эта операция устанавливает в 0 разряды, определяемые маской.

Разряды 2 и 3 GRC2 определяют байт, устанавливаемый по маске. Байт может находиться в источнике перехода, адресуемом разрядами GRC1 [0—5], регистре GRS, регистре GRP или в специальном элементе GA селекторного канала.

Байт 0								Байт 1								Байт 2								Байт 3																																																																																																																																																															
0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	Установка разрядов 0-3 и 5 регистра GRM3																																																																																																																																																															
Микрокоманда								Адрес байта источника перехода								Передача К																Д								У								К																																																																																																																																							
								Значение битов								Биты 0-3 определяют адрес слова, биты 4 и 5 определяют номер байта в слове								Зна- чен. бит.								Вид маски сброса или установки								0- 1-диаг- ностич- еский ключ								00-лп 01-S 10-P 11-БА								Разряды 2 и 3 GRM3 определя- ются содержи- мым подполя M23								M5								Значение битов																																																																																																															
0000																								0001								0001																																																0000								0								0001								0010								0011								0100								0101								0110								0111								1000								1001								1010								1011							
0001- ПЕРЕХОД								0								0000								OK								00								0								0000								0								0001								0010								0011								0100								0101								0110								0111								1000								1001								1010								1011								1100								1101								1110								1111							
								1								0001								KO								01								1								0001								0010								0011								0100								0101								0110								0111								1000								1001								1010								1011								1100								1101								1110								1111																							
								S1								0010								KO								10								1								0001								0010								0011								0100								0101								0110								0111								1000								1001								1010								1011								1100								1101								1110								1111																							
								S0								0011								KO								10								1								0001								0010								0011								0100								0101								0110								0111								1000								1001								1010								1011								1100								1101								1110								1111																							
								S2								0100								KO								10								1								0001								0010								0011								0100								0101								0110								0111								1000								1001								1010								1011								1100								1101								1110								1111																							
								S4								0101								KO								10								1								0001								0010								0011								0100								0101								0110								0111								1000								1001								1010								1011								1100								1101								1110								1111																							
								S6								0110								KO								10								1								0001								0010								0011								0100								0101								0110								0111								1000								1001								1010								1011								1100								1101								1110								1111																							
								8H								0111								KO								10								1								0001								0010								0011								0100								0101								0110								0111								1000								1001								1010								1011								1100								1101								1110								1111																							
								80								1000								KO								10								1								0001								0010								0011								0100								0101								0110								0111								1000								1001								1010								1011								1100								1101								1110								1111																							
								81								1001								KO								10								1								0001								0010								0011								0100								0101								0110								0111								1000								1001								1010								1011								1100								1101								1110								1111																							
								82								1010								KO								10								1								0001								0010								0011								0100								0101								0110								0111								1000								1001								1010								1011								1100								1101								1110								1111																							
								82								1011								KO								10								1								0001								0010								0011								0100								0101								0110								0111								1000								1001								1010								1011								1100								1101								1110								1111																							
								84								1100								KO								10								1								0001								0010								0011								0100								0101								0110								0111								1000								1001								1010								1011								1100								1101								1110								1111																							
								85								1101								KO								10								1								0001								0010								0011								0100								0101								0110								0111								1000								1001								1010								1011								1100								1101								1110								1111																							
								86								1110								KO								10								1								0001								0010								0011								0100								0101								0110								0111								1000								1001								1010								1011								1100								1101								1110								1111																							
								87								1111								KO								10								1								0001								0010								0011								0100								0101								0110								0111								1000								1001								1010								1011								1100								1101								1110								1111																							

Рис. 4.7. Формат микрокоманды ПЕРЕХОД

Разряды 4—7 GRC2 определяют поле К, используемое для формирования маски сброса в 0 или установки в 1. Если не задана специальная функция переключения модуля, разряды GRC3 [0—3] служат частью адреса следующей микрокоманды и пересылаются в разряды 0—3 регистра GRM3. Подполе M5, которое соответствует полю К (разряды 4—7), формирует содержимое GRM3 [5] по такому же принципу, как и в микрокоманде ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ МОДУЛЯ.

Цикл процессора равен 247,5 нс или 202,5 нс в зависимости от условий, аналогичных указанным для микрокоманды ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ МОДУЛЯ.

4.2.4. Микрокоманда ПЕРЕХОД С ВОЗВРАТОМ

Особенность выполнения микрокоманды ПЕРЕХОД С ВОЗВРАТОМ состоит в запоминании содержимых регистров GRS, GRP, GRN2 и GRN3 в регистре возврата. Регистры GRN2 и GRN3 хранят адрес следующей микрокоманды, которая была бы исполнена, если бы не наступило прерывание микропрограммы.

Микрокоманда ПЕРЕХОД С ВОЗВРАТОМ обеспечивает:

возможность засылки заданного кода в регистр GRP или переключения модуля;

возможность разветвления в четырех направлениях.

Байт 0								Байт 1								Байт 2								Байт 3																							
0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	Установка разряда 5 регистра GRM3																							
Микрокоманда								Адрес регистра возврата								К / Адрес модуля								Установка разрядов 0-3 регистра GRM3								PM								Установка разряда 5 регистра GRM3							
00100 — ПЕРЕХОД С ВОЗВРАТОМ								Значение битов				Резерв				Значение РМ								М5								Значение битов															
								M4				Память				Шина Y				Шина X				Биты 0-7 передаются в регистр GRP. Биты 0-7 передаются в регистр GRM3								0								0 000 1 001 S1 010 S0 011 S2 100 S4 101 S6 110							

Рис. 4.8. Формат микрокоманды ПЕРЕХОД С ВОЗВРАТОМ

байт 0								байт 1								байт 2								байт 3																											
0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7																				
Микрокоманда								Установка разряда 4 регистра GRM3								Адрес регистра возврата								Маска сброса								Установка разрядов 0-3 регистра GRM3								Установка разряда 5 регистра GRM3											
00101 — ВОЗВРАТ								Значение битов				Пямять				Шина Y				Шина X				Резерв								Эти биты определяют маску сброса GRN								0-переход по адресу регистра возврата 1-GRM3 [0-3] = GRM3 [0-3]								Значение битов			
								M4																0 — ЛП 1 — специально-адресуют регистр возврата																								M5			

Если в поле **МЕТКА ПЕРЕХОДА** задано хотя бы одно из подполей **M23**, **M4** или **M5**, содержимое регистра **GRM3 (GRN3)** изменается в соответствии с содержимым этих подполей, а не по байту возврата.

Формат микрокоманды показан на рис. 4.9.

Разряды 0—4 регистра **GRC0** определяют тип данной микрокоманды и имеют значение 00101.

Разряды 0—6 **GRC1** непосредственно адресуют регистр возврата. Разряд 0 определяет, будет ли регистр возврата находиться в ЛП или им является специальный регистр. Разряды **GRC1 [1—6]** содержат адресные шины **X** и **Y** регистра возврата.

Разряды 0—7 **GRC2** определяют, какие разряды регистра **GRN** должны быть сброшены в нулевое состояние. Каждый разряд регистра **GRC2** соответствует разряду регистра **GRN**.

Если разряд 4 **GRC3** имеет значение 1, то разряды **GRC3 [0—3]** и результаты проверки условий перехода заносятся в регистр **GRM3 (GRN3)**. Если **GRC3 [4]** имеет нулевое значение, следующим будет адрес, полученный из регистра возврата.

Значение подполей **M4** и **M5** такое же, как и в микрокоманде **ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ МОДУЛЯ**, за исключением значений 011 (символ 10) и 111 (символ 11) подполя **M5**. Значение 011 в **M5** определяет безусловный переход к микропрограмме выбора команды. При значении 111 в подполе **M5** совершается проверка наличия заявки на прерывание микропрограммы. Если заявка есть, то совершается переход к микропрограмме обработки прерывания, в противном случае — к микропрограмме выбора команды.

4.2.6. Микрокоманда **ПЕРЕСЫЛКА**

Микрокоманда **ПЕРЕСЫЛКА** обеспечивает:

- пересылку целого слова или любых заданных байтов слова из одного регистра ЛП, РЛП или специального регистра в другой;
- переход к микрокоманде в текущем модуле УП;
- выполнение специальной функции **ОСТАНОВ** с переходом или без перехода ЦП в режим **ОСТАНОВ**.

Специальная функция **ОСТАНОВ** предусматривает следующие действия:

- блокировку занесения следующего адреса микрокоманды в регистры **GRM** и **GRN**;

- блокировку доступа к УП;

- заикливание выполнения микрокоманды **ПЕРЕСЫЛКА**.

Формат микрокоманды **ПЕРЕСЫЛКА** типа 0 показан на рис. 4.10, а типа 1 — на рис. 4.11.

Разряды 0—3 регистра **GRC0** определяют общий тип данной микрокоманды и имеют значения 0011. Разряд 4 **GRC0** определяет разновидность микрокоманды. Если содержимое **GRC0 [4]** равно 0 (тип 0), то в **GRC1 [1—6]** заданы адресные шины **X** и **Y** приемника результата пересылки. Если содержимое **GRC0 [4]** равно 1 (тип 1), то в **GRC1 [1—6]** заданы адресные шины **X** и **Y** источника. Подполя **M23**, **M4** и **M5** имеют такое же значение, как и в микрокоманде **ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ МОДУЛЯ**.

Разряды 0—3 **GRC2** в микрокоманде **ПЕРЕСЫЛКА** типа 0 определяют регистр ЛП или РЛП, служащий источником пересылаемых данных. Из специальных регистров в качестве источника может быть задан регистр **GRSPTL**. В микрокоманде **ПЕРЕСЫЛКА** типа 1 разряды 0—3 в **GRC2** определяют в качестве при-

байт 0								байт 1								байт 2								байт 3																															
0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7																								
Микрокоманда								Приемник результата								Источник								Маска пересылки								Установка разрядов 0-3 регистра GRM3								Установка разряда 5 регистра GRM3															
00110 — ПЕРЕСЫЛКА типа 0								Значение битов								Эти биты определяют адрес ЛП, РЛП или регистра BRSPRL								0 — 1-ОСТАНОВ								M5								Значение битов															
																																								M4								0 000							
																																								0 000								1 001							

Байт 0								Байт 1								Байт 2								Байт 3																																																							
0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7																																																
Микрокоманда ПАМЯТЬ								Установка разряда 4 регистра GRM3								К								Установка разрядов 0-3 регистра GRM3								Установка разряда 5 регистра GRM3																																															
								Зна- чение битов																M4								M5								Зна- ние битов																																							
Формат								Зна- чение битов								00								В режиме СК, WS биты 0-3 адресуют регистр, байт 3 которого используется для установки регистра GRM3 при доступе к УП								Резерв																																															
Считать слова								01000								При считыва- нии эти биты определяют приемник данных.								00 - DM, K 01 - CM, K 10 - DC, K 11 - SK, WS																0 1 2 S3 S5 S7 M7								000 001 010 100 101 110 111																															
Записать слова								01001								При записи эти биты определяют источник данных																																																															
Считать полуслова								01010																																																																							
Записать полуслова								01011																																																																							
Считать байт								01100																																																																							
Записать байт								01101																																																																							

Рис. 4.12. Формат микрокоманды ПАМЯТЬ типа 0

информации, содержащейся в микрокоманде и в третьем байте регистра источника адреса.

Формат микрокоманды ПАМЯТЬ типа 0 показан на рис. 4.12.

Разряды 0—1 регистра GRC0 определяют тип данной микрокоманды и имеют значение 01. Разряды 2—4 GRC0 определяют режим записи или считывания, а также размер данных — слово, полуслово, байт.

Подполя M23, M4 и M5 определяют формирование адреса следующей микрокоманды по такому же принципу, как и в микрокоманде ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ МОДУЛЯ.

Разряды 0—3 GRC1 определяют адрес регистра данных. При операции считывания эти разряды определяют регистр приема данных, считанных из памяти. При операции записи они определяют источник данных, которые требуется записать. Разряды 4—5 GRC1 имеют значение 00, что указывает тип 0 микрокоманды ПАМЯТЬ. Разряды 6—7 GRC1 определяют режим и установку регистра GRM. Формирование адреса обращения к ОП или УП происходит с помощью поля КОНСТАНТА (разряды 0—7 регистра GRC2) или по содержимому регистров ЛП или РЛП.

Формат микрокоманды ПАМЯТЬ типа 1 показан на рис. 4.13.

Разряды 0—4 GRC0 имеют такое же назначение, как и у микрокоманды типа 0. Подполя M23, M4 и M5 определяют формирование адреса следующей микрокоманды.

Разряды 0—3 GRC1 определяют адрес регистра данных. При операции считывания данные, считанные из памяти, заносятся в регистр данных. При операции записи данные извлекаются из заданного регистра и записываются в память. Разряды 4 и 5 GRC1 определяют операцию обновления адреса, которая может выполняться как с его увеличением, так и с уменьшением. Адрес обновляется на 4, 2 или 1, в зависимости от того, производился обмен с памятью словом, полусловом или байтом данных. Разряды 6—7 GRC1 задают установку определенных разрядов регистра GRS в зависимости от содержимого счетчика.

Разряд 2 GRS (символ S2) устанавливается в состояние 1, если содержимое счетчика после обновления отлично от нуля. В противном случае разряд 2 GRS сбрасывается в нулевое состояние. Символ S45 определяет установку разрядов 4 и 5 GRS. Разряд GRS [4] устанавливается в состояние 1, если разряды 0—3 бита 3 счетчика после обновления равны 0, и устанавливается в 0, если указанные разряды отличны от нуля. Аналогично устанавливается и разряд 5 GRS, однако это происходит по результату проверки разрядов 4—7 счетчика. Символ Z6 определяет установку разряда 4 GRS в состояние 1, если разряды 0—5 бита 3 счетчика после обновления равны нулю. В противном случае разряд 4 GRS устанавливается в 0.

Источник адреса ОП или УП определяется по разрядам GRC2 [0—3]. Разряды GRC2 [4, 5] задают режим доступа к ОП.

Разряды 6 и 7 GRC2 определяют установку разрядов регистра GRT.

При операции считывания в разряды 4 и 5 GRT (ТА) или в разряды 6 и 7 CRT (ТВ) заносится значение разрядов 6 и 7 бита 3 источника адреса перед обновлением адреса. Разряды 0—3 GRT обнуляются.

Символ КЛЮЧ определяет считывание или запись ключа защиты памяти в зависимости от указанной в подполе ФОРМАТ операции.

При записи слова значения разрядов GRT [0—3] определяют байты слова, вносимые в память (символ ТН в поле СПЕЦУСТАНОВКА).

Установка в разрядах 5—7 GRC3 комбинации 011 определяет режим «Запрет на проверку данных». При операции считывания этот режим символически обозначается SDC, а при операции записи — VAL. При записи режим VAL запрещает коррекцию и регистрацию одиночных ошибок и регистрацию двойных ошибок в данных, выбранных из памяти. При считывании режим SDC запрещает регистрацию при обнаружении двойных ошибок в данных, считанных из памяти. Одиночные ошибки, обнаруживаемые в режиме SDC, корректируются.

Байт 0							Байт 1							Байт 2							Байт 3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
Микрокоманда ПАМЯТЬ							Установка разряда 4 регистра GRM3	Регистр данных							Тип 1							Уста- новка							Спец- уста- новка							Установка разрядов 0-3 регистра GRM3							Установка разряда 5 регистра GRM3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Формат	Значение битов						М4	Значе- ние битов	При считывании эти биты опре- деляют прием- ник данных. При записи эти биты опреде- ляют источник данных							01-нет обнов- ления адреса 10-+ 11--							00- 01-S2 10-S45 11-Z6							Источник адреса							Режим доступа							Считывание: 00- 01-ОП без защиты памяти 10-ОП с пере- адресацией 11-ОП с за- щитой памяти							0- 1-счет- чик							Значение битов																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Считать слово	01000						0	000																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									</						

Рис. 4.13. Формат микрокоманды ПАМЯТЬ типа 1

4.2.8. Микрокоманда АРИФМЕТИКА

Используются два типа микрокоманды АРИФМЕТИКА:

тип 10 — предназначен для выполнения различных арифметических и логических операций, включая арифметические действия и сдвиги двоичных чисел, представленных в форматах от байта до целого слова;

тип 11 — для побайтного выполнения операций ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ и СЛОЖЕНИЕ КОДОВ, обеспечивая при необходимости перекрестную передачу частей регистра GRA на входы АЛУ.

Микрокоманда АРИФМЕТИКА оперирует данными из ЛП, РЛП или специальных регистров. Специальные регистры могут использоваться только как источник операнда А. Источником операнда В могут служить данные ЛП, РЛП или шестнадцатеричное число, определяемое подполем К (КОНСТАНТА) микрокоманды.

Оба типа микрокоманды АРИФМЕТИКА могут использовать средства косвенной адресации байтов и косвенного перехода.

Формат микрокоманды АРИФМЕТИКА типа 10 (операции над байтами) показан на рис. 4.14.

Разряды 2 и 3 GRC0 определяют используемые входы АЛУ (А, В или К) и место записи результата. Разряды 4—7 GRC0 определяют выполняемые в АЛУ операции.

Разряды 0—5 GRC1 определяют байт ЛП, РЛП или специального регистра, который должен быть подан на вход А АЛУ. Разряды 0—3 используются для формирования части адреса регистра, в котором находится данный байт. Разряды 4—5 определяют номер байта в регистре. Разряды 6 и 7 GRC1 определяют установку разрядов регистра GRS в зависимости от значения результата АЛУ. Символ S12 определяет установку разрядов GRS [1, 2]. При двоичной операции разряд 1 GRS устанавливается в соответствии со значением выходного переноса на разряда 1 результата. При десятичной операции разряд 1 устанавливается в состояние 1, если на входах А или В обнаружен неверный код десятичной цифры. Разряд 2 GRS устанавливается в состояние 1, если результат на выходе АЛУ отличен от нуля и не изменяется при нулевом результате.

Символ S45 определяет установку разрядов GRS [4, 5]. В разряде 4 устанавливается 1, если разряды 0—3 результата АЛУ равны нулю. В противном случае разряд 4 имеет нулевое значение. По этому же принципу формируется значение разряда 5 GRS, для чего анализируются разряды 4—7 результата.

Символ Z6 также определяет заполнение разрядов 4 и 5 GRS. Разряд 4 GRS устанавливается в состояние 1, если разряды 0—5 результата равны 0. В противном случае (если не все указанные разряды равны нулю — *прим. перев.*) разряд 4 обнуляется. Разряд GRS [5] устанавливается в состояние 1, если все разряды 4—7 результата равны нулю; в противном случае (если есть разряды, неравные нулю — *прим. перев.*) он обнуляется.

Разряды 0—5 GRC2 определяют байт ЛП или РЛП, который должен быть подан на вход В АЛУ. Разряды 6—7 GRC2 определяют передачу байта на вход А АЛУ. Может быть подан целый байт, только старшая тетрада (H), только младшая тетрада (L), или осуществляется блокировка передачи байта.

Разряды 0—5 GRC3 являются частью адреса следующей микрокоманды и являются в разряды 0—5 регистра GRM3. Если в разрядах 6 и 7 GRC3 задано условие перехода, над значениями проверяемых разрядов производится операция ИЛИ со значением разрядов GRC3 [4, 5] и результат заносится в GRM3 [4, 5].

байт 0								байт 1								байт 2								байт 3																							
0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7																
Тип		Формат		Операция				Источник А								Источник В								Передача байта А								установка разрядов 0-5 регистра BRM3															
10		00 - A = A/K 01 - Z = A/B 10 - A = A/B 11 - B = A/B		OE + (+1) C+ A OR C+ - (+C) C,D + -, (+C) ABCK				Значение битов				биты 0-3 опер- деляют адрес слова. биты 4-5 опер- деляют номер байта в слове				00 - 01 - S12 10 - S45 11 - Z6								биты 0-3 опер- деляют адрес слова. биты 4-5 опер- деляют номер байта в слове								00 - блокировка 01 - L 10 - H 11 - байт								M4 и M5 00 - 01 - S2S3 10 - S4S5 11 - S6S7							
00 - Z = A/K				-				1100																																							
				- (+1)				1101																																							
				C - (+1)				1110																																							
				A -				1111																																							

Формат микрокоманды типа 10 (операции над словами) показан на рис. 4.15.

Разряды 2 и 3 GRC0 определяют, какие входы АЛУ следует использовать (А, В или К) и где запишется результат. Операции со словами в АЛУ определяются разрядами 4—7 GRC0. Выполняются операции СЛОЖЕНИЕ КОДОВ, ВЫЧИТАНИЕ КОДОВ и ДВОИЧНОЕ СЛОЖЕНИЕ-ВЫЧИТАНИЕ. Конкретный вид последней операции определяется по состоянию разряда 0 GRS. При состоянии 0 осуществляется сложение, в противном случае — вычитание. Входной перенос в этих операциях принимается из разряда GRS [3]. Выходной перенос заносится в тот же разряд.

Разряды 0—3 GRC1 определяют регистр ЛП, РЛП или специальный регистр, содержимое которого должно быть подано на вход А АЛУ. Разряды 4—5 GRC1 определяют, какая часть источника А должна быть подана на вход А АЛУ: целое слово, младшие 16 разрядов или передача должна быть заблокирована (передаются нули — *прим. перев.*). Разряды 6—7 GRC1 определяют установку GRS в зависимости от результата АЛУ. Символ S12 определяет установку разрядов 1 и 2 GRS. Разряд 1 устанавливается по значению переноса из разряда 1 байта 0 результата. Разряд 2 принимает значение 1, если результат отличен от 0, в противном случае — не изменяется.

Символ I24 определяет запись только 24 младших разрядов результата. В этом случае никакое изменение содержимого разрядов GRS не производится. Символ Z24 определяет установку разряда 2 GRS в зависимости от значения младших 24 разрядов результата. Если результат отличен от 0, в разряде 2 устанавливается 1, в противном случае его содержимое не изменяется. Разряд 3 GRS устанавливается в соответствии с выходным переносом разряда 0 байта 1 результата. Записываются только 24 младших разряда результата.

Разряды 0—3 GRC2 определяют регистр ЛП или РЛП, содержимое которого должно быть подано на вход в АЛУ. Разряды 4 и 5 GRC2 определяют, какая часть источника В должна быть подана на вход В АЛУ: младшие четыре, восемь, 12 разрядов или целое слово. Разряды 6—7 GRC2 определяют функцию «сдвиг на четыре разряда вправо» на входе В АЛУ. При сдвиге младшая тетрада источника В всегда вводится в разряды 0—3 регистра GRT. Старшая тетрада результата сдвига принимает нулевое значение, либо устанавливается в соответствии со значением разряда 0 GRS, или согласно начальному значению разрядов 0—3 GRT.

Назначение разрядов GRC3 такое же, как и при операциях над байтами.

Формат микрокоманды типа 11 показан на рис. 4.16.

Разряды 2 и 3 GRC0 определяют, куда требуется записать результат: на место источника А, В или в регистр GRL. Разряд 4 GRC0 определяет функцию АЛУ — ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ либо СЛОЖЕНИЕ КОДОВ. При выполнении операции СЛОЖЕНИЕ КОДОВ производится занесение выходного переноса в GRS [3]. Разряды 5—7 GRC0 определяют, каким образом производится передача байта от источника А на вход А АЛУ: осуществляется блокировка целого байта (передаются все нули — *прим. перев.*), передается только старшая (Н) или младшая (Л) тетрада: либо по цепям перекрестных передач пересылается старшая (XL) или младшая (XH) тетрада, либо перекрестно меняются местами обе тетрады (X).

Разряды 0—5 GRC1 определяют байт ЛП, РЛП или специального регистра, который должен быть подан на вход А АЛУ. Разряды 6—7 GRC1 определяют установку разрядов регистра GRS в зависимости от результата АЛУ по такому же принципу, как при операции над байтами в микрокоманде типа 10.

Разряды 0—5 GRC2 определяют байт ЛП или РЛП, который должен быть подан на вход В АЛУ. Разряды 6 и 7 GRC2 указывают на то, как должна происходить передача содержимого источника В на вход В АЛУ: осуществляется блокировка, пересылается только младшая тетрада (Л), или только старшая тетрада (Н) или целый байт.

Формирование адреса следующей микрокоманды осуществляется точно так же, как и в случае микрокоманды типа 10.

Байт 0								Байт 1								Байт 2								Байт 3																								
0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7																	
Тип		Формат		Операция				Источник А								Источник В				Сдвиг				Установка разрядов 0-5 регистра БРМЗ																								
10	00 - A=A/K 01 - Z=A/B 10 - A=A/B 11 - B=A/B								Значение битов C + C - (+1) C + - (+C)								биты 0-3 определяют адрес слова. биты 4-5 определяют часть источника А, передаваемую на вход А: 00 - блокировка 01 - 16 разрядов 1X - 32 разряда								биты 0-3 определяют адрес слова. биты 4-5 определяют часть источника В, передаваемую на вход В: 00 - 4 разряда 01 - 8 разрядов 10 - 12 разрядов 11 - 32 разряда								00 - 01 - (SR4, 0) 10 - (SR4, S0) 11 - (SR4, TH)								M4 и M5							
																								00 - 01 - S2S3 10 - S4S5 11 - S6S7																								

Рис. 4.15. Формат микрокоманды АРИФМЕТИКА типа 10 (операции над словами)

Байт 0				Байт 1				Байт 2				Байт 3					
0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7		
Тип		Формат		Передача байта А		Источник А				Установка		Источник В		Передача байта В			
11		00-А=А/К 01-Л=А/В 10-А=А/В 11-В=А/В		Значение битов 000 001 010 011 100 101 110 111 Блок-ровка Л Н Байт Блок-ровка XL XH X		Биты 0-3 определяют адрес слова.				Биты 0-3 определяют адрес слова.				00-Блок-ровка			
Биты 4 и 5 определяют номер байта в слове						Биты 4 и 5 определяют номер байта в слове				01-Л							
						00-512				10-Н							
						10-545				11-байт							

В обоих типах микрокоманды АРИФМЕТИКА могут производиться операции с косвенной адресацией байтов. Косвенная адресация задается одним из шестнадцатеричных кодов: А, В, Е или F в разрядах 0—3 регистров GRC1 и GRC2. При косвенной адресации байта источника А или В адресация осуществляется не разрядами 4 и 5 регистра GRC1 или GRC2, а разрядами 4 и 5 регистра GRT (ТА) или разрядами 6 и 7 регистра GRT (ТВ).

Адрес байта в ТА и ТВ может автоматически увеличиваться или уменьшаться на 1 при выполнении микрокоманды АРИФМЕТИКА с косвенной адресацией. Модификация адреса в ТА задается значениями разрядов 4 и 5 GRC1, а адреса в ТВ — значениями разрядов 4 и 5 GRC2.

4.3. БЛОК УПРАВЛЕНИЯ И СИНХРОНИЗАЦИИ

Блок управления и синхронизации вырабатывает управляющие и синхронизирующие сигналы, которые обеспечивают работу ЦП в соответствии с выполняемой микрокомандой. Блок состоит из *узла микрокомандного управления, узла управления синхронизацией и узла управления памятью.*

4.3.1. Узел микрокомандного управления

Узел осуществляет прием, временное хранение и дешифровку кода микрокоманды, выработку управляющих сигналов, которые обеспечивают выполнение определенных действий в блоках ЦП в соответствии с расшифрованной микрокомандой.

Регистр микрокоманд GRC четырехбайтный. Он производит прием микрокоманд и хранение на протяжении всего цикла их выполнения. При обращении к УП происходит считывание двойного слова и в зависимости от адреса микрокоманды четное или нечетное слово с выходной информационной шины УП заносится в регистр GRC. Выбор слова определяется разрядом GRM3 [5]: если этот разряд содержит 1, выбирается нечетное слово, в противном случае — четное.

В регистр микрокоманд их коды могут поступать из ЛП, от переключателей инженерного пульта при выполнении ручных операций, из адаптера пультного накопителя при загрузке микропрограмм и из селекторных каналов.

Подача микрокоманд из ЛП может совершаться и в *диагностическом режиме*. В этом случае ЛП используется как управляющая память. Для выполнения микрокоманд в этом режиме необходимы два цикла: первый предназначен для занесения микрокоманды в регистр GRC из ячейки ЛП, адрес которой указан в разрядах GRM3 [0—5], а второй цикл служит для выполнения микрокоманды.

При ручной операции *записи* или индикации в режиме выполнения микрокоманды с *инженерного пульта* микрокоманда заносится в регистр GRC и исполняется, как обычно. В диагностическом режиме микрокоманды обычно поступают из *пультного накопителя*. Загрузка регистра микрокоманд из *селекторного канала* производится в разделенных циклах. При заявке от канала на выполнение отдельного цикла выполнение очередной микрокоманды задерживается на время выполнения микрокоманды ПАМЯТЬ. Адрес очередной микро-

команды запоминается в адресном регистре возврата GRN. Селекторный канал заносит в регистр GRC аппаратно сформированную микрокоманду. После выполнения микрокоманды ПАМЯТЬ адрес текущей микрокоманды восстанавливается в регистре GRM и продолжается нормальное выполнение прерванной микропрограммы.

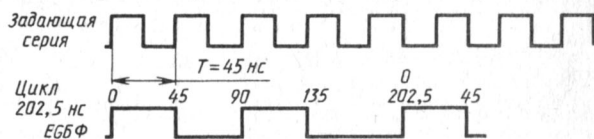
4.3.2. Узел управления синхронизацией

Этот узел вырабатывает последовательность синхронизирующих импульсов, определяющих продолжительность машинного цикла, соответствующего исполняемой микрокоманде.

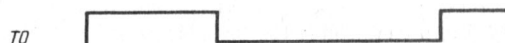
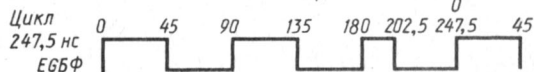
Задающий генератор вырабатывает импульсы, именуемые *задающей серией*, с периодом $T = 45$ нс и скважностью, равной 2.

В каждом блоке ЦП имеется плата управления синхронизацией, которая обеспечивает распространение модифицированных (подкорректированных по времени — *прим. перев.*) сигналов генератора.

Платы вырабатывают по шесть основных тактовых сигналов, получаемых по принципу сдвигающего регистра: такт T_0 , такт T_0



а)



б)

Рис. 4.17. Временная диаграмма тактовых импульсов для циклов 202,5 нс (а) и 247,5 нс (б)

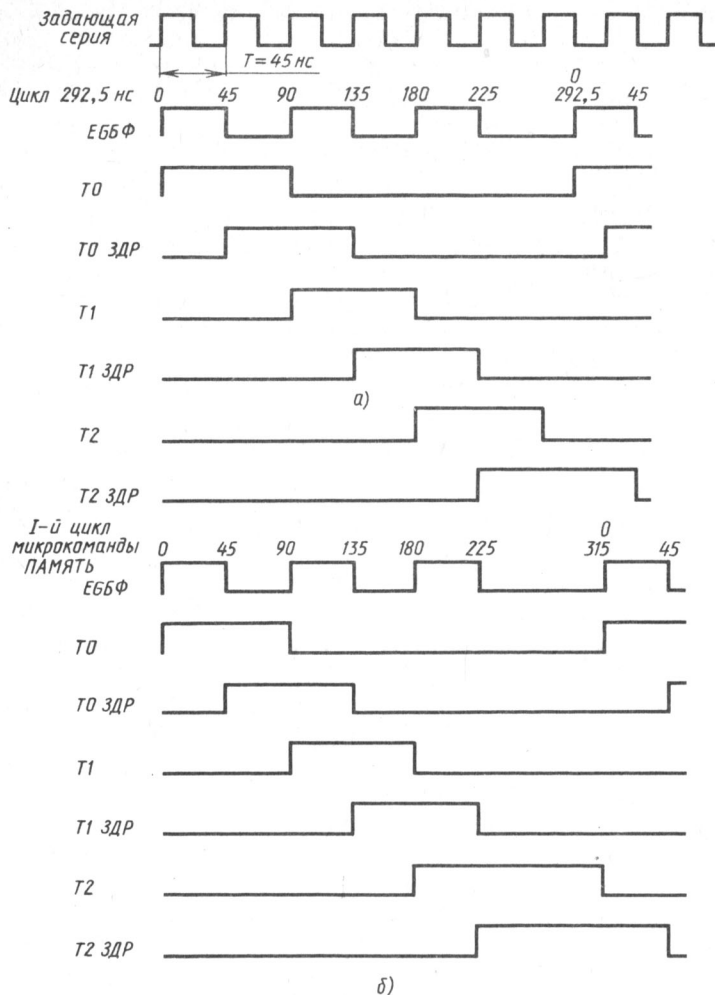


Рис. 4.18. Временная диаграмма тактовых импульсов для циклов 292,5 нс (а) и 315 нс (б)

задержанный, такт T1, такт T1 задержанный, такт T2 и такт T2 задержанный. Цикл конкретной микрокоманды может состоять из 4, 5 или 6 тактовых сигналов. Продолжительность каждого цикла определяется типом микрокоманды, и управляется серией синхросигналов ЕББФ.

В платах управления синхронизацией вырабатываются сигнал начала цикла, управляющий выработкой первого тактового импульса T0 и тем самым фиксирующий начало каждого цикла, а также управляющий сигнал конца цикла, определяющий число тактовых импульсов, требуемых для выполнения операции.

Платы синхронизации, расположенные во всех блоках ЦП, также вырабатывают синхронизирующие тактовые импульсы. Число тактовых импульсов зависит от продолжительности цикла выполняемой микрокоманды:

в цикле 202,5 нс вырабатываются четыре тактовых импульса: T_0 , T_0 ЗДР, T_1 и T_1 ЗДР;

в цикле 247,5 нс вырабатываются пять тактовых импульсов: T_0 , T_0 ЗДР, T_1 , T_1 ЗДР и T_2 ;

в циклах 292,5 нс и 315 нс вырабатываются шесть тактовых импульсов: T_0 , T_0 ЗДР, T_1 , T_1 ЗДР, T_2 и T_2 ЗДР.

Временные диаграммы последовательности тактовых импульсов показаны на рис. 4.17 и рис. 4.18.

Каждый последующий тактовый импульс смещен относительно предыдущего на половину такта. Формирование последующего импульса происходит в зависимости от предыдущего импульса, а также от управляющего сигнала конца цикла.

4.3.3. Узел управления памятью

Узел предназначен для выработки сигналов, управляющих режимами работы УП и ОП.

При считывании из ОП или УП вырабатываются сигналы выбора: ВБР ОП или ВБР УП, запускающие работу блоков коррекции ошибок в ОП и УП. Сигнал ВБР ОП вырабатывается только в первом цикле микрокоманды ПАМЯТЬ или при ручной операции ИНДИКАЦИЯ или ЗАПИСЬ, подаваемой с инженерного пульта. Сигнал ВБР УП вырабатывается каждый раз, когда производится считывание следующей микрокоманды или считывание данных из УП при выполнении микрокоманды ПАМЯТЬ.

Сигналы записи ЗП ОП и ЗП УП управляют записью данных соответственно в ОП и УП.

Если при операциях чтения или записи обнаруживаются ошибки, то вырабатываются сигналы, задерживающие передачу данных между соответствующей памятью и ЦП до устранения ошибок.

При выполнении диагностических микропрограмм вырабатываются управляющие сигналы, которые блокируют выработку корректирующих кодов данных, считываемых или записываемых в ОП.

4.4. ЛОКАЛЬНАЯ ПАМЯТЬ, РАСШИРЕННАЯ ЛОКАЛЬНАЯ ПАМЯТЬ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ РЕГИСТРЫ

Локальная память представляет собой быстродействующее буферное запоминающее устройство между ОП или УП и аппаратурой ЦП. Использование ЛП уменьшает число обращений к ОП, что приводит к увеличению среднего быстродействия процессора.

Расширенная локальная память представляет собой набор регистров, используемый в блоке выбора команд, блоке динамического преобразования адресов и в селекторных каналах. Адреса РЛП являются продолжением адресов ЛП.

К специальным регистрам ЦП относятся регистры, шины, линии состояния и другие схемы, входящие в состав каналов, пульта оператора, блоков проверки и повторения и других аппаратных средств. Специальные регистры представляются в микропрограммах как информационные слова, имеющие собственные адреса.

4.4.1. Специальный регистр GRSPTL

Регистр используется для управления адресацией ЛП и РЛП, для анализа и хранения признаков результатов арифметических и логических операций, для управления некоторыми арифметическими операциями, для формирования и хранения масок при операциях чтения и записи в ОП. Он может также использоваться как рабочий регистр для хранения информации общего назначения. Это единственный специальный регистр, в который возможна запись результата текущей микрокоманды, и, кроме того, он может служить в качестве источника входа В АЛУ.

Регистр GRSPTL состоит из четырех однобайтных регистров GRS, GRP, GRT и GRL.

4.1. Основное назначение разрядов регистра GRS

Разряд GRS	Основное назначение разряда
0	Определяет тип операции (сложение или вычитание) при ДВОИЧНОМ СЛОЖЕНИИ-ВЫЧИТАНИИ и ДЕСЯТИЧНОМ СЛОЖЕНИИ-ВЫЧИТАНИИ Определяет содержимое старшей тетрады при операции СДВИГ ВПРАВО НА 4 РАЗРЯДА
1	Запоминает перенос из первого разряда результата АЛУ при двоичных операциях Запоминает признак обнаружения недействительной десятичной цифры в десятичных операциях
2	Запоминает признак ненулевого результата
3	Запоминает выходной перенос результата АЛУ Служит источником входного переноса АЛУ
4 и 5	Запоминают признаки равенства нулю частей результата АЛУ При выполнении диагностических действий GRS [4] запоминает признак обнаруженной ошибки четности на входе АЛУ
6 и 7	Используются для организации разветвлений в микропрограммах

4.2. Основное назначение разрядов регистра GRT

Разряд GRT	Основное назначение разряда
0—3	Используются для запоминания младшей тетрады, выдвигаемой при операции СДВИГ Используются как источник информации при операции СДВИГ В микрокоманде ПАМЯТЬ могут использоваться как маска при записи слова и как источник формирования константы модификации адреса ОП Разряды 0 и 1 GRT могут использоваться в микрокоманде ПЕРЕХОД для формирования адреса следующей микрокоманды
4 и 5	Используются в операциях с косвенной адресацией байтов для адресации байта источника А
6 и 7	Используются в операциях с косвенной адресацией байтов при адресации байта источника В

Регистр GRS служит для анализа и запоминания признаков результата АЛУ, для организации перехода в микропрограммах по состоянию разрядов GRS, а также выполняет роль рабочего регистра общего назначения.

Основное функциональное назначение разрядов регистра GRS показано в табл. 4.1.

Все аппаратные установки разрядов регистра GRS выполняются не автоматически, а задаются кодами в полях микрокоманды. Если в одной микрокоманде задается установка разрядов GRS и переход в зависимости от их состояния, то вначале совершается переход по состоянию этих разрядов, а после этого производится новая установка разрядов по результату текущей операции.

Основное назначение регистра GRP — хранение базового адреса ЛП, РЛП или специальных регистров. Таким образом, содержимое GRP используется для определения группы специальных регистров или зоны ЛП или РЛП при их адресации. В циклах выборки команды в регистр GRP аппаратно заносится константа, подготовляющая адресацию соответствующей зоны ЛП. Если выбирается команда обработки информации с плавающей запятой, в GRP вводится код 0110 0010, а в остальных случаях — код 0000 0010.

Основное назначение разрядов регистра GRT показано в табл. 4.2. В начале выполнения цикла выборки команды регистр GRT аппаратно обнуляется.

Основное назначение регистра GRL заключается в хранении адресов общих регистров и регистров с плавающей запятой, находящихся в ЛП. Регистр GRL может также служить в качестве рабочего регистра. В этом случае он обычно используется как микропрограммно модифицируемый счетчик.

Хранящийся в GRL адрес совместно с разрядами регистра GRP используется для косвенной адресации регистров ЛП. Разряды 0—3 GRL (LH) служат для формирования косвенного адреса источника А, а разряды 4—7 GRL (LL) — для формирования косвенного адреса источника В. В цикле выбора команды в регистр GRL аппаратно заносится непосредственный байт (байт команды, следующий за кодом операции).

4.4.2. Локальная память

Локальная память состоит из двух идентичных матриц (ЛП-А, ЛП-В) емкостью по 64 слова каждая. Каждая из ячеек локальной памяти имеет определенное функциональное назначение. Распределение ячеек ЛП показано на рис. 4.19.

Ячейка	Идентификатор	Байт 0	Байт 1	Байт 2	Байт 3	Шины X и Y	БРМ, БРП, БРП-ст, прямой косвен, адрес
00		Общий регистр 0		0		X4Y0	4
01		Общий регистр 1				X4Y1	
02		Общий регистр 2				X4Y2	
03		Общий регистр 3				X4Y3	
04		Общий регистр 4				X4Y4	
05		Общий регистр 5				X4Y5	
06		Общий регистр 6				X4Y6	
07		Общий регистр 7				X4Y7	
08		Общий регистр 8		0		X5Y0	4
09		Общий регистр 9				X5Y1	
0A		Общий регистр A				X5Y2	
0B		Общий регистр B		1		X5Y3	5
0C		Общий регистр C				X5Y4	
0D		Общий регистр D				X5Y5	
0E		Общий регистр E				X5Y6	
0F		Общий регистр F				X5Y7	
10	AX					X6Y0	
11	DI	Регистры адресов возврата				X6Y1	
12	RTX					X6Y2	
13	DTX			2		X6Y3	6
14	X					X6Y4	
15	R	Рабочие ячейки процессора				X6Y5	
16	Y					X6Y6	
17	Q					X6Y7	
18	MA					X7Y0	
19	MBS					X7Y1	
1A	MX	Рабочие ячейки мультитекстного канала				X7Y2	
1B	MC			3		X7Y3	7
1C	MD					X7Y4	
1D	ME					X7Y5	
1E	MW	Регистр возврата ЦП				X7Y6	
1F	CX					X7Y7	

Рис. 4.19. Распределение ячеек локальной памяти

Локальная память включает: 16 общих регистров, 4 регистра для операндов с плавающей запятой, рабочую область центрального процессора, рабочую область байт-мультиплексного канала, рабочую область селекторных каналов, рабочие регистры блока динамического преобразования адресов, регистры адресов врат и др. Каждая матрица ЛП содержит ячейки с адресами от 00 до 3F. Ячейки ЛП адресуются микрокомандами, регистром команд пультного накопителя, переключателями на инженерном пульте и селекторными каналами. Наличие двух матриц в ЛП дает возможность одновременно считывать два операнда из ЛП, что обеспечивает увеличение быстродействия ЦП. Информация при считывании не разрушается. Запись производится одновременно в обе матрицы ЛП.

Структурная схема ЛП показана на рис. 4.20.

Ассемблер управления ЛП принимает байты 0, 1 и 2 или 4, 5 и 6 двойного слова (ДАН УП), считанного из УП, и байты 0, 1 и 2 вторичного управляющего ассемблера (GSA) для определения необходимого типа адресации ЛП и управления передачей дешифрованного адреса.

При обращении к ЛП производится предварительная дешифрация адресов. Для исходной адресации ячеек ЛП адресные разряды дешифруются отдельными дешифраторами. Различаются два вида адресации — *прямая* и *косвенная*.

При *п р я м о й* адресации адрес слова формируется посредством дешифрации разрядов регистров GRC и GRP. При *к о с в е н н о й* адресации адрес слова формируется посредством дешифрации разрядов регистров GRC, GRP и GRL.

Дешифраторы адресов формируют адресные шины X0—X7 и Y0—Y7. Ассемблеры адресов передают адрес избранной ячейки в матрицы ЛП-А и ЛП-В, в буферные регистры адресов при записи и в схемы контроля адресов.

В диагностическом режиме, когда локальная память работает как управляющая, микрокоманды загружаются в ЛП-А с пультного накопителя. После этого они считываются и пересылаются в регистр микрокоманд GRC и затем выполняются. Адрес следующей микрокоманды формируется в GRM3. В этом режиме вторичные дешифраторы адресов принимают биты 0—4 GRM3.

При адресации ЛП с инженерного пульта вторичные ассемблеры адресов выбирают разряды переключателей F и G.

Буферные регистры адресов приемников служат для запоминания адреса записи в текущем цикле, а сама запись производится в следующем цикле.

Матрицы ЛП-А и ЛП-В принимают информацию из ОП и УП, а также из регистра GRD через ассемблер данных. Запись производится одновременно в две матрицы по дешифрованным адресам выбранных ячеек.

Выходные регистры ЛП принимают и хранят данные, считанные из ЛП-А и ЛП-В. При обращении к РЛП прием информации

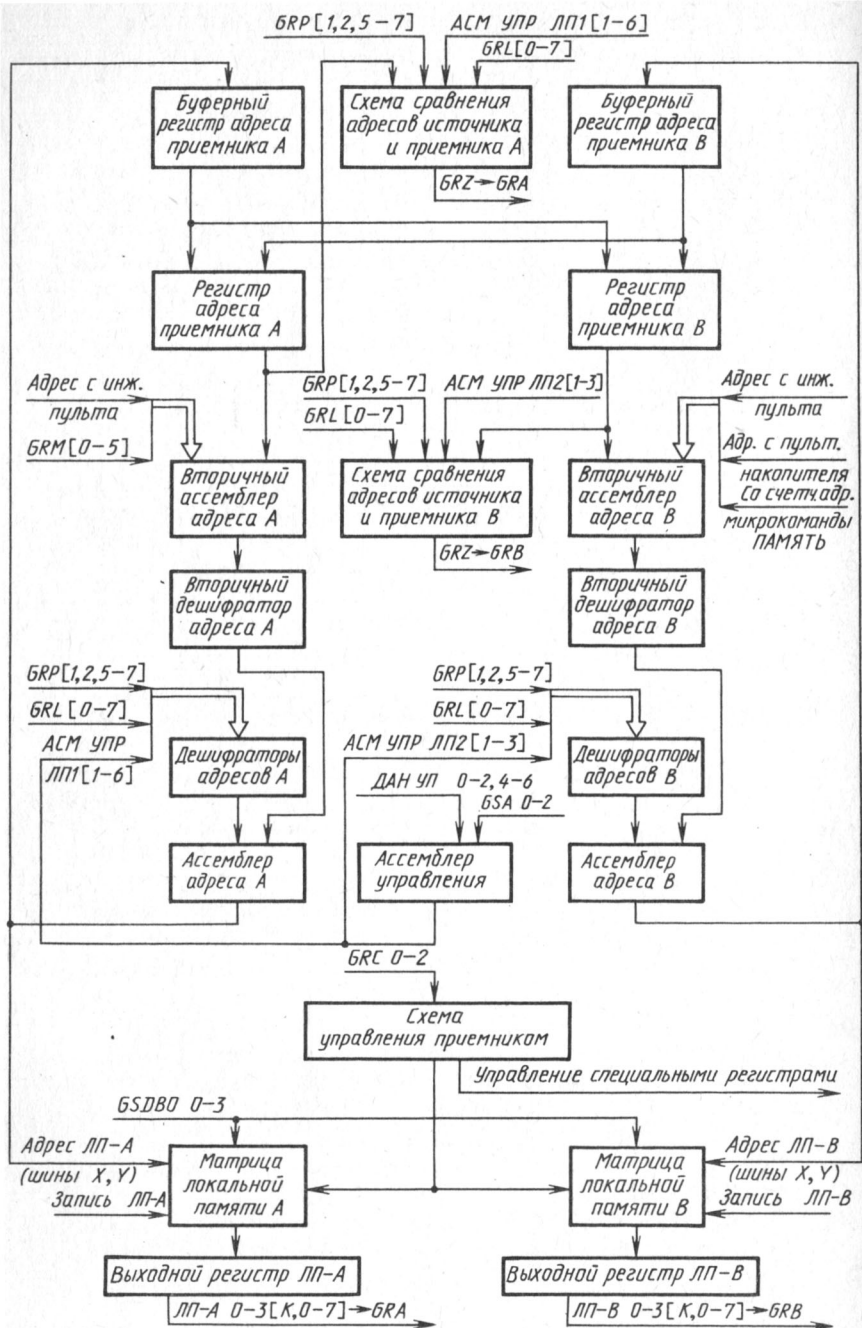


Рис. 4.20. Структурная схема блока локальной памяти

в выходные регистры блокируется. Данные из выходных регистров ЛП-А и ЛП-В пересылаются соответственно в регистры GRA и GRB.

Схема управления приемником определяет условия записи отдельных байтов в ЛП, РЛП и в специальные регистры.

Схема сравнения адресов источника и приемника производит сравнение адреса считывания из ЛП с адресом записи, установленным в предыдущем цикле. В случае совпадения адресов информация, находящаяся в регистре GRD, еще не записана в ЛП-А и ЛП-В и поэтому происходит передача данных в регистры GRA и GRB из регистра GRZ.

В ЛП осуществляется контроль адресов, который обеспечивает проверку содержимого адресных шин X и Y. Схемы контроля проверяют наличие только одной активной пары шин X и Y при обращении к ЛП.

Для ЛП характерны следующие режимы работы: режим «Считывание» и режим «Запись с последующим контрольным считыванием». Считывание операндов производится в начале цикла по адресам текущей микрокоманды. Запись в ЛП производится в цикле, следующем за данной микрокомандой, по заданному в ней адресу. Запись совершается одновременно в обе матрицы локальной памяти, после чего производится контрольное считывание записанных данных.

4.4.3. Расширенная локальная память

Регистры РЛП имеют адреса 50—7F, что продолжает адресное поле ЛП. Регистры РЛП в отличие от ЛП не дублируются. Распределение РЛП показано на рис. 4.21.

Регистры РЛП имеют следующее функциональное назначение.

Регистр GRI служит счетчиком команд. В регистре возможна запись в байт 0, и младшие 24 разряда или целого слова. При записи в байт 0 регистра GRI в него заносится ключ защиты.

Регистр GRV содержит в байтах 1, 2 и 3 адрес второго операнда, сформированный при выполнении цикла выборки команды (К-цикл).

Регистр GRW содержит в байтах 1, 2 и 3 адрес первого операнда, сформированный в К-цикле.

Регистр GRU хранит в байтах 0 и 1 части слова состояния программы (код длины команды, признак результата, маску программы и др.). В байте 2 хранится код операции, а в байте 3 — непосредственный байт команды.

Регистр GRIBU получает в начале К-цикла содержимое регистра GRI. При обнаружении ошибки в течение К-цикла выполнение команды может быть повторено, для чего содержимое GRIBU передается в GRI. В регистр GRIBU аппаратно заносится содержимое GRI, и он не может быть адресован микропрограммой как приемник результата.

Регистр GRTR содержит адрес двойного слова, следующий за указываемым содержимым GRI. Этот регистр заполняется только аппаратно, и его содержимое изменяется только при выполнении новой записи в GRI.

Если регистры GRV и GRW используются как источники адреса ОП в микрокоманде ПАМЯТЬ, то содержимое регистра ключа защиты передается как нулевой байт. Для регистров GRI, GRTR и GRIBU содержимое регистра ключа защиты всегда передается как байт 0.

Адрес	Регистр	байт 0	байт 1	байт 2	байт 3	Шины Х и Y
50	6RI	Ключ		Регистр 6RI		X2Y0
51	6RV			Регистр 6RV		X2Y1
52	6RW			Регистр 6RW		X2Y2
53	6RU			Регистр 6RU		X2Y3
54	6RIBU			Регистр 6RIBU		X2Y4
55	6RTR			Регистр 6RTR		X2Y5
56	6RICS	Индикация управления ЦКМД				X2Y6
		57 – 5F не используются				
60	6RG2DRL		Адрес данных (СК2)			X4Y0
61	6RG2DBRL		Вспомогательный адрес данных			X4Y1
62						X4Y2
63						X4Y3
64	6RG3DRL		Адрес данных (СК3)			X4Y5
65	6RG3DBRL		Вспомогательный адрес данных			X4Y5
66						X4Y6
67						X4Y7
68	6RG1DRL		Адрес данных (СК1)			X5Y0
69	6RG1DBRL		Вспомогательный адрес данных			X5Y1
6A						X5Y2
6B						X5Y3
6C	6RG4DRL		Адрес данных (СК4)			X5Y4
6D	6RG4DBRL		Вспомогательный адрес данных			X5Y5
6E						X5Y6
6F						X5Y7
		70 – 77 не используются				
78	6RSN	Передача номера сегмента				X7Y0
79	6RPN	Передача номера страницы				X7Y1
7A	6RWK		Рабочий регистр			X7Y2
7B	6RNP	Номер сегм. и страницы		Управление ВДАТ		X7Y3
7C	6RDK	Загрузка БТЛВ				X7Y4
7D	6RSS			*		X7Y5
7E						X7Y6
7F						X7Y7

* – длина таблицы сегмента

Рис. 4.21. Распределение регистров расширенной локальной памяти

Регистр состояния К-цикла — единственный регистр, предназначенный только для ручной индикации, и он недоступен для микропрограмм (по сути дела, этот регистр физически не существует). Различные важные потенциалы К-цикла аппаратно передаются для индикации с помощью адреса этого регистра.

Регистры GRG2DRL, GRG3DRL, GRG1DRL и GRG4DRL хранят адреса ячеек ОП, которые могут быть использованы селекторными каналами во время разделенного цикла. В парах с ними следующие регистры содержат вспомогательные адреса данных в ОП, используемые также селекторными каналами.

Регистр GRSN фиктивный. Его адрес используется для считывания номера сегмента из регистра GRNP.

Регистр GRPN также фиктивный; его адрес используется для считывания номера страницы из регистра GRNP.

Регистр GRWK рабочий, сохраняющий промежуточный результат преобразования адреса.

Регистр GRNP содержит в байтах 0 и 1 логический адрес, а в байтах 2 и 3 — управление в режиме «Переадресация».

Регистр GRDK фиктивный; его адрес используется для загрузки буфера динамической переадресации GTLB.

Доступ к РЛП определяется необходимым наличием условия прямой адресации ЛП, заданного микрокомандой (разряд 0 GRC1 или GRC2 имеет нулевое значение) и содержимым разрядов 0, 3 и 4 регистра GRP.

Выходные информационные шины РЛП объединяются по схеме ИЛИ с выходными информационными шинами матриц ЛП-А и ЛП-В. В результате РЛП и ЛП имеют общий вход в регистры GRA и GRB.

В зависимости от содержимого разрядов 0, 3 и 4 GRP возможны следующие варианты доступа к РЛП:

GRP [0] = 0, GRP [4] = 0 — нет доступа к РЛП;

GRP [0] = 1, GRP [4] = 0, GRP [3] = 0 — информация из РЛП передается в регистр GRA;

GRP [0] = 0, GRP [4] = 1 — информация из РЛП передается в регистр GRB.

Адреса для ЛП и РЛП вырабатываются одновременно. При этом информация считывается как из ЛП, так и из РЛП, однако выдача информации из одной или другой памяти в регистры GRA и GRB зависит от варианта условий доступа к РЛП. Если выполняются условия обращения к РЛП как к источнику информации А, передача информации, считываемой из матрицы ЛП-А, блокируется. Если регистр РЛП адресуется как источник В, блокируется выход матрицы ЛП-В (см. рис. 4.22).

Для РЛП, так же как и для ЛП, характерны два основных режима — «Считывание» и «Запись в последующим контрольным считыванием». В течение одного цикла процессора производится считывание только из одного регистра РЛП. Запись в регистр РЛП (если это необходимо) выполняется в следующем за исполнением текущей микрокоманды цикле.

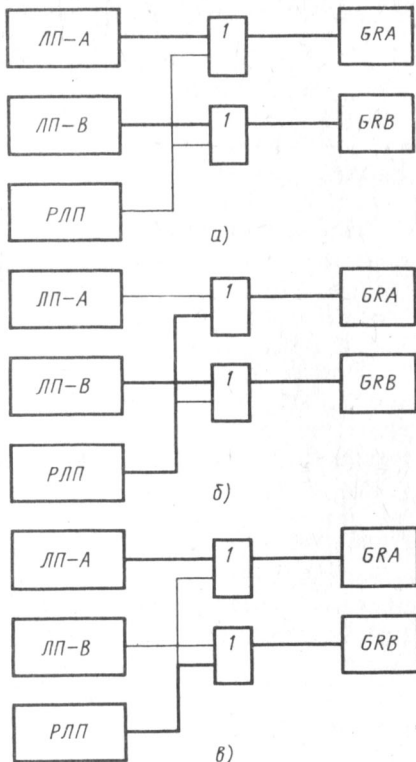


Рис. 4.22. Условия обращения к РЛП:

а — GRP [0] = 0, GRP [4] = 0; б — GRP [0] = 1, GRP [4] = 0, GRP [3] = 0; в — GRP [0] = 0, GRP [4] = 1

4.4.4. Специальные регистры

Данные из специального регистра-источника поступают в регистр GRA через ассемблер регистров (BEA) или расширенный ассемблер регистров (BEEA). Информация из специальных регистров (за исключением GRSPTL) не может быть передана в GRB. Запись данных в специальные регистры производится через ассемблер данных по шинам средств (ШИН СРЕД).

При обращении к специальным регистрам существуют определенные ограничения в зависимости от назначения регистра. Например, в некоторые регистры нельзя записывать информацию, а в других нельзя осуществлять контрольное считывание после записи.

Для формирования адресов специальных регистров используется информация из регистра микрокоманд GRC, из регистра GRP, из селекторных каналов при выполнении разделенного цикла и от переключателей на пульте инженера при индикации с его помощью содержимого необходимых регистров.

4.4.5. Ассемблер данных

Ассемблер данных служит для приема, селекции и промежуточного хранения информации, записываемой в ЛП или передаваемой во внешние входные шины для записи в различные блоки процессора.

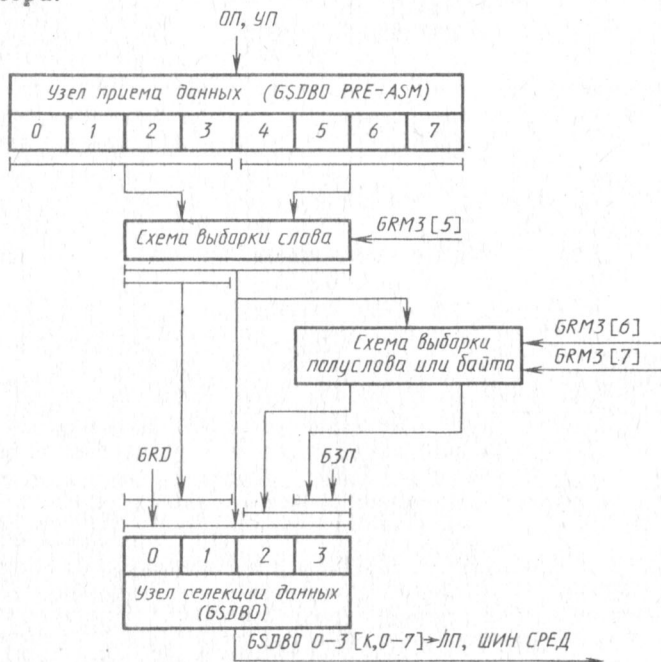
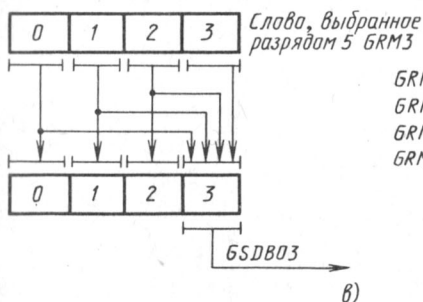
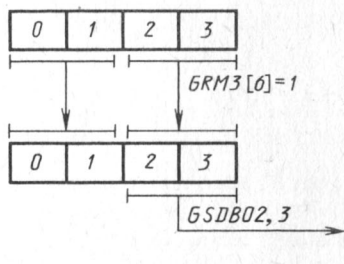
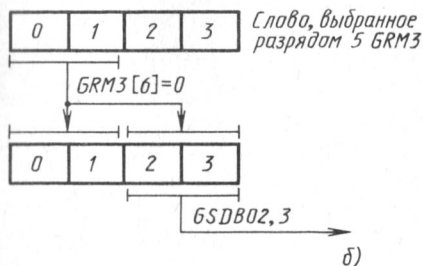
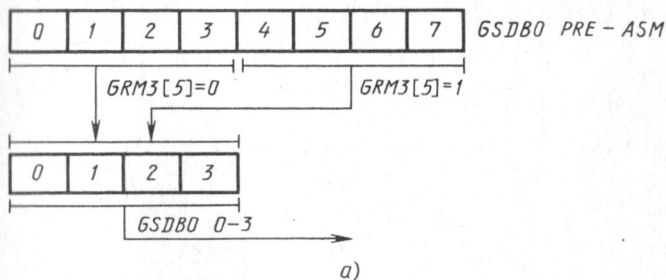


Рис. 4.23. Структурная схема ассемблера данных



$GRM3[6,7]=00$ Передается байт 0
 $GRM3[6,7]=01$ Передается байт 1
 $GRM3[6,7]=10$ Передается байт 2
 $GRM3[6,7]=11$ Передается байт 3

Рис. 4.24. Коммутация байтов в узле селекции данных:

а — выборка слова; б — выборка полуслова; в — выборка байта

В состав ассемблера данных входят: *узел приема данных, узел селекции данных и схемы выбора слова, полуслова или байта.* Структурная схема ассемблера данных показана на рис. 4.23.

Узел приема данных — восьмибайтный регистр, принимающий двойное слово из ОП или УП. Выбор памяти определяется содержимым поля РЕЖИМ микрокоманды ПАМЯТЬ.

Узел селекции данных — четырехбайтная схема коммутации комбинационного типа, осуществляющая селекцию информации из узла приема данных, регистра GRD или БЗП (блока защиты памяти). Информация из узла приема данных через схему выборки слова, полуслова или байта поступает в узел селекции данных. Необходимая коммутация байтов определяется посредством дешифрования разрядов $GRM3[5-7]$ и содержимым поля ФОРМАТ микрокоманды ПАМЯТЬ (рис. 4.24). Байты 0 и 1 информации

из узла. приема данных передаются в байты 0 и 1 узла селекции данных независимо от того, производится ли выборка полуслова или байта.

При считывании из ОП в цикле 2 микрокоманды ПАМЯТЬ разрешается прием данных из ОП в узел приема данных. Если не задана функция обновления счетчика, т. е. нет передачи результата в регистр GRD, в следующем цикле разрешается произвести прием в узел селекции данных нечетного слова. В этом случае (в цикле выборки команды — *прим. перев.*) в буферы блока выборки команд заносится двойное слово.

Информация, считанная из БЗП, передается в байт 3 узла селекции данных. Если отсутствует считывание информации из памяти или из БЗП, то разрешается прием данных из регистра GRD.

4.5. АРИФМЕТИЧЕСКО-ЛОГИЧЕСКИЙ БЛОК

Арифметическо-логический блок ЦП предназначен для выполнения арифметических и логических операций, состав которых обеспечивает реализацию набора команд системы команд ЕС 1035.

Арифметическо-логический блок выполняет следующие операции:

И (A);

НЕ — И (A—);

ИЛИ (OR);

ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ (OE);

СЛОЖЕНИЕ КОДОВ (+);

ВЫЧИТАНИЕ КОДОВ (—);

СЛОЖЕНИЕ-ВЫЧИТАНИЕ ДВОИЧНОЕ ($C + -$);

СЛОЖЕНИЕ-ВЫЧИТАНИЕ ДЕСЯТИЧНОЕ ($D + -$);

ПЕРЕСЫЛКА СЛОВА (=);

СДВИГ ВПРАВО НА 4 БИТА (SR4).

Вводимая информация, вид операций, передача результата и продолжительность цикла АЛУ определяются в соответствии с полями текущей микрокоманды.

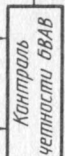
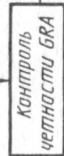
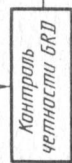
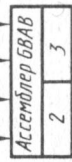
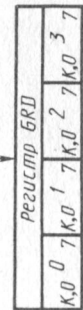
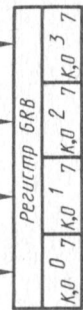
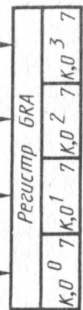
АЛУ имеет двухбайтную структуру. Одной микрокомандой может обрабатываться байт или слово данных. При обработке слова АЛУ работает в два этапа, обрабатывая вначале младшие, а затем старшие два байта. Обработка байтов десятичных данных также производится за два цикла работы АЛУ.

Данные поступают в АЛУ из регистров GRA или GRB через соответствующие ассемблеры. Результат обработки запоминается в регистре GRZ с последующим переносом в GRD. Запись результата из регистра GRD в ЛП, РЛП или специальные регистры выполняется в цикле следующей микрокоманды.

4.5.1. Блок регистров данных

Помимо приема входной информации и хранения результата АЛУ регистры данных запоминают информацию для блока коррекции ошибок (БЕСС), для блока адресации памяти,

ЛП - В(РЛП)
 ЛП - А(РЛП)
 ВЕА, ВЕЕА
 GKSPTL
 GRZ



ВРВ1,2,3 в BRM, BRN (Адрес ОП, УП)
 GRB1 4-7 в АЛУ (Операция СДВИГ)
 GRA3 (Ключ защиты)
 GRD в GSD80
 GRD в BRFTC
 Ошибка GRD в BRMGKA
 GRA3 в АЛУ
 GRB2 в АЛУ
 GRA2 в АЛУ
 GRA2 в АЛУ
 GRA2 в ВЕС1,2 (Записываемые данные)
 GRA3 (Источник перехода)
 Ошибка GRA в BRMGKA
 Ошибка GRB в BRMGKA
 Ошибка GRB в BRMGKA
 Ошибка GRA в BRMGKA

Рис. 4.25. Структурная схема блока регистров данных

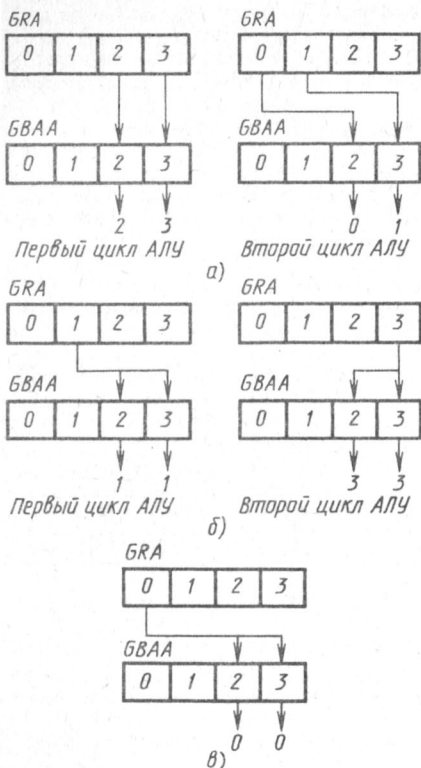


Рис. 4.26. Передача байтов через ассемблер GBAA в микрокоманде АРИФМЕТИКА:

а — обработка слова; б — обработка десятичных данных (GRCI или GRT определяет байт 1); в — обработка байта (GRCI или GRT определяет байт 0)

Информация с выходов регистра GRA поступает на входы ассемблера GBAA, регистра GRB и блока регистров повторений. Младший байт GRA, хранящий ключ защиты памяти, передается непосредственно в БЗП. При записи в ОП или УП данные передаются в ассемблер GBAA, где они при необходимости перекомпоновываются и передаются в блок ВЕСС. Данные из GRA передаются в АЛУ также через ассемблер GBAA.

Если первый операнд является результатом предшествующей микрокоманды, то в регистр GRA данные принимаются не из ЛП-А, РЛП или специальных регистров, а из регистра GRZ. Исключением является регистр GRSPTL, содержимое которого может использоваться так же, как результат предыдущей микрокоманды.

Ассемблер GBAA представляет собой четырехбайтный коммутатор, служащий для передачи байтов из регистра GRA на входы АЛУ и ВЕСС. Байт источника перехода коммутируется на выход младшего байта ассемблера GBAA и передается в блок адресации памяти для формирования адреса перехода.

Возможная коммутация байтов регистра GRA в ассемблер GBAA показана на структурной схеме блока регистров данных (см. рис. 4.25). Второй и третий

для блока памяти ключей защиты и для блока регистров повторения.

В состав блока регистров данных входят следующие узлы: регистр GRA, ассемблер GBAA, регистр GRB, ассемблер GBAB, регистр GRD и схемы контроля. Структурная схема блока регистров данных показана на рис. 4.25.

В АЛУ передаются первый и второй операнд (слова или байты), над которыми необходимо совершить логическую или арифметическую операцию. В блок коррекции ошибок передается слово, полуслово или байт данных, предназначенных для записи в ОП или УП. В блок адресации памяти передается адрес ОП или УП, а также байт данных, который служит источником перехода.

Регистр GRA. Этот четырехбайтный регистр используется для приема и хранения первого операнда, обрабатываемого в АЛУ (источник А), а также для приема и хранения слова (полуслова, байта), предназначенного для записи в ОП или УП. Регистр GRA принимает информацию из ЛП-А, РЛП, ассемблеров BEA и BEEA специальных регистров, выходного регистра АЛУ GRZ и регистра GRSPTL.

байты ассемблера GBAA, связанные с входами АЛУ, могут передавать на свои выходы любые байты регистра GRA. Для остальных байтов ассемблера отсутствуют передачи GRA1 в GBAA0 и GRA2 в GBAA1, не используемые в операциях ЦП. Примеры передачи байтов через ассемблер GBAA в микрокоманде АРИФМЕТИКА показаны на рис. 4.26.

Регистр GRB четырехбайтный; он используется для приема и хранения второго операнда (источник В — слово или байт), обрабатываемого в АЛУ, и адресной информации, передаваемой в блок адресации памяти. В GRB информация принимается из ЛП-В, РЛП и регистров GRA, GRZ и GRSPTL.

Информация с выходов регистра GRB передается на входы ассемблера GBAB, АЛУ, адресных регистров GRM и GRN и регистра GRZ. Байты 0 и 1 из GRB передаются непосредственно в позиции 0 и 1 байтов регистра GRZ для выполнения пересылки слова через двухбайтное АЛУ за один цикл.

Если второй операнд — результат выполнения предшествующей микрокоманды, то он принимается не из ЛП-В или РЛП, а из GRZ.

Ассемблер GBAB представляет собой двухбайтный коммутатор, служащий для передачи байтов из регистра GRB на входы АЛУ. Возможная коммутация байтов регистра GRB в ассемблер GBAB показана на структурной схеме блока регистров данных (см. рис. 4.25). Ассемблер GBAB может передавать на свои выходы любые байты регистра GRB.

Регистр GRD — четырехбайтный регистр, служащий для хранения результатов операций, принимаемых из регистра GRZ на время записи в определенные регистры ЛП, РЛП или специальных регистров. Для сокращения циклов микрокоманд запись результата производится в цикле следующей микрокоманды, когда с выходов GRD он подается на входы ассемблера GSDBO и блока контроля записи.

Схемы контроля. Регистры GRA, GRB, GRD и ассемблеры GBAA и GBAB контролируются по нечетности. Схемы контроля проверяют правильность входной информации и работу схем посредством сравнения контрольных размеров с действительной нечетностью на выходах узлов. Схемы контроля регистров GRA, GRB и GRD проверяют прием в регистры целого слова. Схемы контроля ассемблеров GBAA и GBAB проверяют работу регистров GRA, GRB и ассемблеров GBAA и GBAB при работе отдельных байтов.

4.5.2. Арифметическо-логическое устройство

В состав АЛУ входят следующие схемы и узлы: узел передачи информации на вход А, узел передачи информации на вход В, ассемблер GKA, узел операций, регистр результата GRZ, схемы управления десятичной коррекцией и контроля кодов десятичных цифр, генератор четности результата и схемы контроля узлов. Структурная схема АЛУ показана на рис. 4.27.

Узел передачи информации на вход А служит для передачи, блокировки и замены местами (перекрестная перекомпоновка) четырехбитных групп (тетрад) в байтах входной информации, для коммутации различных источников данных на вход А.

Передача двух байтов на вход А возможна следующим образом:
прямая передача двух тетрад байта;
прямая передача старшей тетрады байта с блокировкой младшей;
прямая передача младшей тетрады с блокировкой старшей;
блокировка обеих тетрад байта;
перекрестная перекомпоновка байта (тетрады взаимоперекрестно меняются местами) с передачей обеих тетрад;
перекрестная перекомпоновка байта с передачей старшей и блокировкой младшей тетрад;
перекрестная перекомпоновка байта с передачей младшей и блокировкой старшей тетрад.

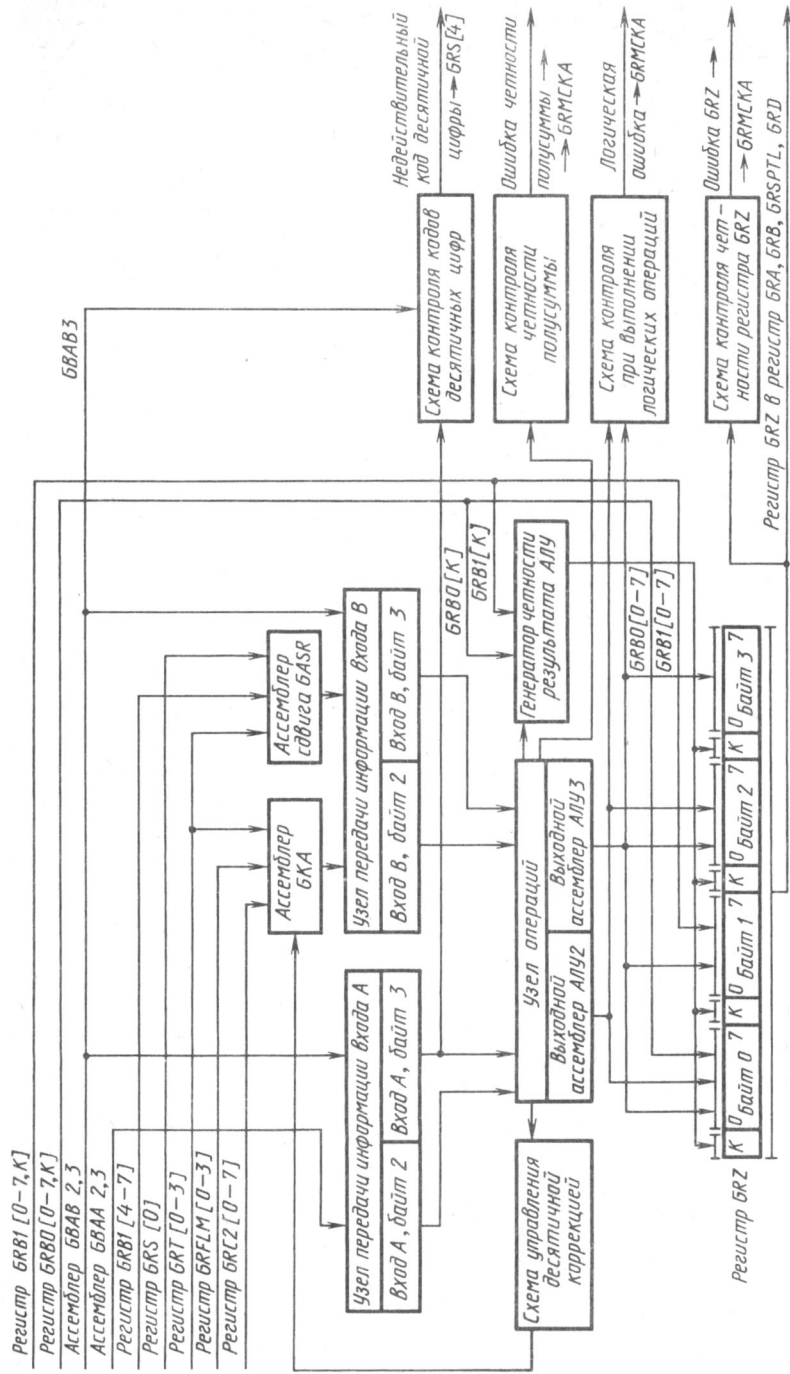


Рис. 4.27. Структурная схема арифметическо-логического устройства

Комбинированием первых четырех вариантов передач при выполнении микрокоманды АРИФМЕТИКА обеспечивается передача младших 16 или 24 бит, блокировка или передача всех 32 бит источника А на вход А узла операций.

Передача данных из ассемблера GBAВ на вход А используется в микрокомандах ПАМЯТЬ и ПЕРЕХОД.

Во время выполнения микрокоманды ПАМЯТЬ в регистре GRA содержится информация для записи, а в регистре GRB — адрес. Если необходимо произвести модификацию адреса, то содержимое GRB передается через ассемблер GBAВ на вход А узла операций, а на вход В подается константа модификации адреса из ассемблера GKA. Аналогичное положение возникает при выполнении микрокоманды ПЕРЕХОД, когда регистр GRA содержит байт источника перехода, а регистр GRB — байт данных, подлежащий модификации.

В микрокомандах, требующих обработки слова или байта десятичных данных, управляющие триггеры передач на вход А устанавливаются дважды — в начале первого и второго циклов АЛУ.

Узел передачи информации на вход В служит для передачи, блокировки, инвертирования и сдвига входных данных, поступающих на вход В, а также для коммутации различных источников.

Передача двух байтов на вход В возможна следующим образом:

прямая передача двух тетрад байта;

прямая передача старшей тетрады байта с блокировкой младшей тетрады;

прямая передача младшей тетрады байта с блокировкой старшей;

блокировка обеих тетрад.

Посредством сочетания указанных способов передачи в первом и втором циклах АЛУ при выполнении микрокоманды АРИФМЕТИКА, обрабатывающей слово, обеспечивается передача младших 4, 8 или 12 бит, или же всех 32 бит источника В на вход В узла операций.

После выполнения всех необходимых операций по передаче обоих байтов входные данные могут инвертироваться.

На вход В узла операций могут передаваться данные из нескольких источников. Эти данные могут представлять: содержимое регистра GRB, константу ассемблера GKA или содержимое регистра GRB, сдвинутое на 4 бита вправо.

При сдвиге на 4 бита вправо выдвигаемые 4 младших бита записываются в GRT [0—3]. Информация, вводимая в старшие 4 бита результата, представляет собой или нули, или содержимое GRS [0], или содержимое GRT [0—3].

Ассемблер GKA служит для формирования и хранения константы, подаваемой на вход В узла операций. Если при обработке десятичных данных необходима коррекция цифр результата, то в соответствующую цифру буферного регистра GKA заносится константа коррекции, равная 6 (0110). При выполнении микрокоманд АРИФМЕТИКА и ПЕРЕХОД константы в регистр GKA заносятся из поля К микрокоманды. При выполнении микрокоманды ПАМЯТЬ может быть задано обновление адреса. Кон-

станта обновления адреса задается разрядами GRT [0—3] или разрядами регистра флажков памяти селекторного канала, или же определяется форматом записываемой или считанной информации (байт, полуслово или слово).

Узел операций служит для выполнения операций СЛОЖЕНИЕ, И, ИЛИ, ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ над двумя операндами, подаваемыми на входы А и В. Эти четыре операции вместе с функциями остальных узлов АЛУ обеспечивают весь необходимый набор операций.

Логическая структура узла операций показана на рис. 4.28.

В состав узла операций входят следующие схемы:

схема формирования логических функций И, ИЛИ, ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ (схемы 1 и 3), одновременно служащие для формирования условий передачи и генерирования переноса в любой разряд при сложении $T = A \vee B$, $C = A \wedge B$, $H = A \vee B$;

схемы одновременного формирования переноса в любой разряд суммы и предварительного анализа условий переноса (схемы 4, 5 и 7);

схема управления входным переносом (схема 2);

схемы формирования суммы (схемы 9 и 10);

схема управления операциями (схема 6);

ассемблер АЛУ2 и ассемблер АЛУ3 (схемы 8 и 11).

Сумматор (схемы формирования переноса и суммы) позволяет за один цикл работы АЛУ обрабатывать полуслово. При сложении и вычитании байтов используются восемь младших разрядов сумматора и операция выполняется за один цикл. При сложении и вычитании слова сумматор обрабатывает операнды за два цикла: сначала младшие полуслова (байты 2 и 3), а затем старшие полуслова (байты 0 и 1).

В узле операций все четыре операции выполняются одновременно, независимо от кода операции микрокоманды. Код операции определяет, какой из четырех результатов требуется коммутировать на выходные шины узла. Коммутация производится ассемблерами АЛУ2, 3 по сигналам из схемы управления операциями.

Параллельный 16-разрядный комбинационный сумматор производит одновременное формирование переносов в каждый разряд суммы. Для формирования переносов используется 16-разрядная схема предварительного анализа условий переноса.

Разрядная сетка сумматора разделена на группы по четыре разряда в каждой:

группа 0 — разряды 0—3 (байт 2, разряды 0—3)

группа 1 — разряды 4—7 (байт 2, разряды 4—7);

группа 2 — разряды 8—11 (байт 3, разряды 0—3);

группа 3 — разряды 12—15 (байт 3, разряды 4—7).

В схемах формирования суммы результат образуется по следующей формуле:

$$S_i = C_{i+1} \vee H_i,$$

где S_i — сумма в i -м разряде ($i = 0, 1, \dots, 15$); H_i — полусумма в i -м разряде ($i = 0, 1, \dots, 15$); C_i — перенос из соответствующего разряда ($i = 0, 1, \dots, 16$); C_0 — выходной перенос; $C_{16} = C_{\text{вх}}$ — входной перенос.

Схемы предварительного анализа условий переноса вырабатывают следующие поразрядные и групповые условия передачи и генерирования переносов;

а) $T_i = A_i \vee B_i$ — условие передачи переноса через i -й разряд, где A_i — разряды операнда А; B_i — разряды операнда В ($i = 0, 1, \dots, 15$);

- б) $G_i = A_i \wedge B_i$ — условие генерирования переноса в i -м разряде ($i = 0, 1, \dots, 15$);
- в) $T_{гр.к} = H_{4к} \wedge H_{4к-1} \wedge H_{4к-2} \wedge H_{4к-3}$ — условие передачи переноса через четырехразрядную k -ю группу ($k = 0, 1, 2, 3$);
- г) $G_{гр.к} = G_{4к} \vee (G_{4к-1} \wedge T_{4к}) \vee (G_{4к-2} \wedge T_{4к} \wedge T_{4к-1}) \vee (G_{4к-3} \wedge T_{4к-1} \wedge T_{4к-2})$ — условие генерирования переноса в четырехразрядной k -й группе ($k = 0, 1, 2, 3$).

По условиям генерирования и передачи переноса формируются переносы C_i в каждый разряд суммы. Все переносы формируются одновременно (параллельно — *прим. перев.*), и перенос из какого-либо разряда не зависит от остальных, за исключением $C_{вх}$. Выходной перенос ($C_0 = C_{гр.0} = C_{вых}$) используется, как входной ($C_{вх}$) при обработке старшей половины слова во втором цикле АЛУ.

Поскольку для выполнения десятичных операций используется двоичный сумматор, необходима коррекция результата.

Коррекция десятичных цифр результата производится различным образом в зависимости от того, выполняется ли сложение или вычитание. Различия в коррекции объясняются тем, что при сложении суммируются два операнда в прямом коде, а операнд В — в дополнительном коде. Следовательно, при вычитании в двоичном сумматоре производится сложение в десятичном коде с избытком 6, что обеспечивает правильное формирование переносов из десятичных цифр результата. При сложении чисел в прямом коде перенос из цифры результата не формируется, если она не превышает 15 (1111), хотя перенос должен иметь место, если цифра результата превышает 9 (1001).

Схемы управления десятичной коррекцией коммутируют уставку соответствующей константы коррекции в ассемблере ГКА. В зависимости от кодов цифр в байте результата, полученных при первом сложении и образовавшихся переносов, вырабатывается одна из следующих констант: $K = 00, 06, 60, 66$. Наличие шестерки в константе означает коррекцию соответствующей цифры байта результата во втором цикле АЛУ.

При десятичном вычитании константа коррекции вычитается из нескорректированного результата. Константа формируется следующим образом:

$K = 00$, если $C_{гр.3} = 1$, $C_{гр.2} = 1$;

$K = 06$, если $C_{гр.3} = 0$, $C_{гр.2} = 1$;

$K = 60$, если $C_{гр.3} = 1$, $C_{гр.2} = 0$;

$K = 66$, если $C_{гр.3} = 0$, $C_{гр.2} = 0$,

где $C_{гр.3}$ — перенос из младшей цифры результата; $C_{гр.2}$ — перенос из старшей цифры результата.

Следовательно, при вычитании корректируется та цифра результата, из которой отсутствует перенос.

При десятичном сложении константа суммируется с нескорректированным результатом. В этом случае младшая цифра результата корректируется, если она больше 9 (1001), или есть перенос из этой цифры. Старшая цифра корректируется, если она превосходит 9 (1001) или есть перенос из нее, а также в том случае, когда старшая цифра равна 9 (1001) и надо корректировать младшую цифру.

Последнее объясняется тем, что в этом случае в цикле коррекции возникнет перенос из младшей цифры, который приведет к необходимости коррекции старшей цифры, хотя та равна 9 (1001).

Двоично-кодированные десятичные цифры могут принимать значения от 0 (0000) до 9 (1001). Коды А (1010), В (1011), С (1100), D (1101), Е (1110) и F (1111) являются недействительными. Коды десятичных цифр проверяются схемой контроля, предназначенной для обнаружения недействительных десятичных цифр. Цифры операнда А контролируются на входе А узла операций, а цифры операнда В контролируются на выходе ассемблера GBAB. Схемы контроля представляют собой комбинационные схемы, вырабатывающие сигналы ошибки при обнаружении недействительного кода хотя бы одной цифры в операндах А и В.

Регистр GRZ четырехбайтный, он служит для приема и хранения результата обработки операндов А и В в АЛУ. В регистре GRZ информация принимается с выходов узла операций и из регистра GRB.

При операциях над байтами результат АЛУ заносится в GRZ из ассемблера АЛУЗ во все байты регистра. Это занесение во все байты GRZ упрощает последующую запись байтов в адресуемый приемник.

При обработке слов прием результата в регистр GRZ производится в два этапа — в первом и втором циклах АЛУ.

В первом цикле обрабатываются младшие полуслова операндов и младшие два байта результата из ассемблеров АЛУ2 и АЛУЗ поступают соответственно в байты 0, 2 и 1, 3 регистра GRZ. Во втором цикле АЛУ обрабатываются старшие полуслова операндов и старшие два байта результата заносятся в байты 0 и 1 регистра GRZ.

Анализ результата, равного нулю, производится 16-разрядной схемой, проверяющей только байты 0 и 1 регистра GRZ. Поэтому в байты 0 и 1 GRZ вначале передаются младшие байты результата, производится их анализ на нуль, затем поступают старшие байты и вновь производится анализ той же схемой.

Выходы регистра GRZ связаны с входами регистров GRA, GRB, GRD, GRSPTL и GRH.

Контрольные разряды заносятся в GRZ одновременно с информационными из генератора четности результата.

Для формирования контрольных разрядов регистра GRZ при сложении используется метод ускоренного получения предсказанной четности суммы, позволяющий получить предсказанную четность суммы одновременно с суммой. Это обеспечивается путем одновременного формирования самих переносов и их четности. Разрядная сетка генератора четности суммы, как и разрядная сетка сумматора, разделена на четыре группы по четыре разряда в каждой.

Предсказанная четность суммы в группе определяется следующим образом:

$$P_S = P_A \vee P_B \vee P_C,$$

где P_S — четность суммы; P_A — четность операнда А; P_B — четность операнда В; P_C — четность переносов.

Предсказание четности переноса P_C определяется следующим образом:

$$P_C = P_{C_{гр.3}} \vee P_H \vee P_{C_{вх}},$$

где $P_{C_{гр.3}}$ — четность переносов, генерируемых внутри группы; P_H — четность переносов, возникающих при передаче переноса внутри группы; $P_{C_{вх}}$ — четность переносов, возникающих от переноса, входящего в 4-разрядную группу.

При выполнении логических операций четность результата определяется по формированию четности по сигналам на выходных шинах узла операций.

При пересылке слова в узле операций происходит сложение с нулем младших двух байтов пересылаемого операнда В, а старшие два байта передаются непосредственно из регистра GRB вместе с контрольными разрядами в регистр GRZ (байты 0 и 1). Контрольные разряды младших байтов регистра GRZ в этом случае формируются генератором четности суммы, как при сложении.

4.6. БЛОК АДРЕСАЦИИ ПАМЯТИ

Блок адресации памяти служит для формирования адресов при обращении к памяти в случаях:

- выборки микрокоманд из УП;
- выборки и записи операндов в УП;
- выборки команд из ОП;
- выборки и записи операндов в ОП;
- выборки микрокоманд из ЛП в специальном режиме.

При каждом обращении проверяется адрес на превышение границ используемой памяти.

Структурная схема блока адресации памяти показана на рис. 4.29.

Основным узлом блока является адресный регистр GRM, состоящий из трех регистров — GRM1, GRM2 и GRM3. Для адресации ОП с объемом 4М байт используется весь регистр GRM.

Адресация УП осуществляется с помощью содержимого регистров GRM2 и GRM3. Для адресации ЛП, когда она используется в качестве управляющей памяти, используют разряды GRM3 [0—5].

Регистр GRM имеет следующие источники информации;

- регистр GRB при адресации ОП, если нет динамического преобразования адресов, или УП, если используется микрокоманда ПАМЯТЬ;
- адресные шины блока динамического преобразования адреса;
- регистр GRC, когда в микрокоманде задан адрес или часть адреса УП;
- регистр GRFA, когда заносится адрес первой микрокоманды микропрограммы прерывания.

Буферный регистр GRM BFR копирует содержимое GRM и служит источником информации для регистра GRMB. Регистр GRMB сохраняет адрес последней исполненной микрокоманды, если процессор находится в приостановленном состоянии. Содержимое GRMB используется при повторении микрокоманд и микропрограмм.

4.3. Содержимое регистра GRACB

УП	GRACB			
	ОП-256К (1М)	ОП-512К (2М)	ОП-768К (3М)	ОП-1024К (4М)
32К	80	81	82	83
40К	60	61	62	63
48К	40	41	42	43
56К	20	21	22	23
64К	00	01	02	03

Примечание. В ЦП ЕС 2435 реализованы две модификации УП емкостью 32К байт и 48К байт.

Регистр GRN состоит из регистров GRN2 и GRN3 и служит для хранения адресов микрокоманд, которые были бы выполнены, если бы не произошло прерывание. Адрес в регистр GRN поступает из буферного регистра GRN BFR. Последний необходим для проведения анализа наличия требований микропрограммных прерываний. Информация, заносимая в GRN BFR, одинакова с информацией в GRM. При выполнении перехода к микропрограммному прерыванию передача адреса в регистр GRN блокируется и в нем сохраняется адрес микрокоманды, к которой происходит возврат после выполнения микропрограммного прерывания. Адрес следующей микрокоманды задается текущей микрокомандой (формирование адреса описано в 4.2).

Регистр GRACB хранит константу, определяющую размеры используемых ОП и УП. GRACB — специальный регистр с адресом 0A. Содержимое регистра GRACB при различных вариантах памяти дано в табл. 4.3.

Информация в регистр GRACB заносится во время первоначальной загрузки микропрограмм.

Разряды регистра GRACB используются следующим образом:
 разряды 0—2 сравниваются с разрядами GRM2 [0—2];
 разряды 3—5 не используются;
 разряды 6 и 7 сравниваются с разрядами GRM1 [4, 5] для ОП, имеющей емкость до 1М байт, или с разрядами GRM1 [2, 3] при емкости ОП до 4М байт.

Сравнение производится специальной схемой. Она вырабатывает специальный сигнал в случае, если адрес, сформированный в GRM, превысил объем используемой памяти. Этот сигнал передается в схему анализа особых случаев адресации. Схема фиксирует исключительные случаи адресации УП и ОП.

Если при обращении к УП очередная микрокоманда задает адрес, превышающий границы наличной емкости памяти, регистрируется машинная ошибка (сбой — *прим. перев.*), обрабатываемая микропрограммами контроля.

При обращении к ОП могут иметь место два особых случая: обращение к несуществующему блоку памяти;

обращение к защищенному блоку при несовпадении ключа памяти и ключа программы.

В схему анализа особых случаев адресации поступают сигналы из блока защиты памяти, из блока управления и синхронизации и от схемы сравнения. При обнаружении особых случаев происходит микропрограммное прерывание и их обработка.

4.7. БЛОК ВЫБОРКИ КОМАНД

Блок считывает команды из ОП, дешифрует их и формирует адреса операндов. Аппаратура блока (совместно с микропрограммами выборки и адресной арифметики) предназначена для сокращения времени выборки команд посредством использования буферных регистров и частичного совмещения выборки командной информации с функционированием схем адресной арифметики (с базированием и индексированием адресов).

Обработка команд в процессоре условно разделяется на два цикла: *цикл выборки команды (К-цикл)* и *цикл ее выполнения (В-цикл)*, в течение которых производятся действия, определяемые кодом операции команды.

Для хранения команд, считанных из ОП, в блоке имеются три буферных регистра команд, каждый длиной в одно слово.

Последовательность основных действий, выполняемых в К-цикле, зависит от формата команды, а точнее — от ее длины (см. 2.2).

Во время выполнения К-цикла производится считывание двойного слова из ОП и занесение его в буферные регистры. В зависимости от формата команды при исполнении очередного К-цикла не обязательно считывание из ОП, так как команда может уже находиться в буферных регистрах. Загрузка буферных регистров совмещается также по времени с формированием исполнительных адресов операндов с использованием их базовых адресов и индексов. В К-цикле выполняется анализ с целью определения случаев неправильной адресации команд и операндов, а также нарушения защиты памяти. При обнаружении таких особых случаев происходит переход к микропрограммам обработки программных ошибок.

Нормально К-цикл завершается аппаратурным переходом по коду операции к начальному адресу микропрограммы выполнения выбранной команды и тем самым к В-циклу. По окончании исполнения конкретной микропрограммы управление вновь переходит на К-цикл для выборки следующей команды.

КАНАЛЫ ВВОДА-ВЫВОДА

5.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОПЕРАЦИЯХ ВВОДА-ВЫВОДА

Для выполнения операций обмена информацией с устройствами ввода-вывода (УВВ) используются команды ввода-вывода, которые являются привилегированными командами и выполняются только в режиме СУПЕРВИЗОР. Список команд ввода-вывода приведен в табл. 5.1.

Формат команд ввода-вывода показан на рис. 5.1, а. В этих командах ввода-вывода, имеющих формат S, прямо задается адрес канала и адрес УВВ, которое должно выполнить операцию ввода-вывода. Остальная информация для операции ввода-вывода указывается в *адресном слове канала* (CAW), приведенном на рис. 5.1, б. Это слово записывается в ячейке ОП с фиксированным адресом 000048₁₆, и содержит ключ защиты памяти, используемый при каждом обращении к ОП на протяжении всей работы программы канала, и адрес первого управляющего слова канала (CSW).

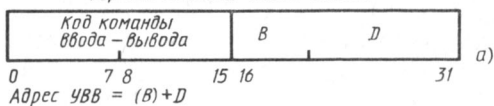
Управляющее слово канала (имеющее 64 двоичных разряда — прим. перев.), рис. 5.1, в, содержит код команды, которая должна быть выполнена, адрес области ОП, участвующей в операции ввода-вывода, счетчик байтов, которые должны быть обменены между ОП и УВВ, различные флажки и т. д.

Условия завершения операции ввода-вывода отражаются в *слове состояния канала* (CSW). Это двойное слово, записываемое в ОП по фиксированному адресу 000040₁₆ (рис. 5.1, г). Информация,

5.1. Команды ввода-вывода

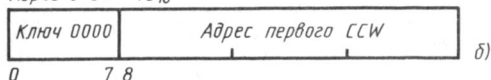
Название	Мнемоническое обозначение	Код
НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД	SIO	9C00
НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД С БЫСТРЫМ ОТКЛЮЧЕНИЕМ	SIOF	9C01
ОСТАНОВИТЬ ВВОД-ВЫВОД	HIO	9E00
ОСТАНОВИТЬ УСТРОЙСТВО	HDV	9E01
ПРОВЕРИТЬ ВВОД-ВЫВОД	TIO	9D00
ОСВОБОДИТЬ ВВОД-ВЫВОД	CLRIO	9D01
ПРОВЕРИТЬ КАНАЛ	TCH	9F00
ЗАПИСАТЬ ИДЕНТИФИКАТОР КАНАЛА	STIDC	B203

Формат команды ввода-вывода

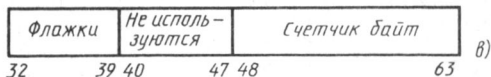
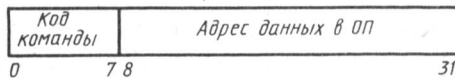


Формат CAW

Адрес в ОП — 48₁₆



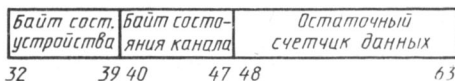
Формат ССВ



- | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| 32 — ЦЕПОЧКА ДАННЫХ (СД) | 35 — БЛОКИРОВКА ЗАПИСИ |
| 33 — ЦЕПОЧКА КОМАНД (СС) | В ПАМЯТЬ (SKIP) |
| 34 — ПОДАВЛЕНИЕ ИНДИКАЦИИ | 36 — ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМОЕ |
| НЕПРАВИЛЬНОЙ ДЛИНЫ (SLI) | ПЕРЕРЫВАНИЕ (PCI) |
| 37 — КОСВЕННАЯ АДРЕСАЦИЯ ДАННЫХ (IDA) | |
- г)

Формат CSW

Адрес в ОП — 40₁₆



Байт состояния устройства (БСУ)	Байт состояния канала (БСК)
32 — ВНИМАНИЕ (ВН)	40 — ПРОГРАММНО-УПРАВЛЯЕМОЕ
33 — МОДИФИКАТОР (М)	ПЕРЕРЫВАНИЕ (PCI)
34 — УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ КОНЧИЛО (УКК)	41 — НЕПРАВИЛЬНАЯ ДЛИНА (НД)
35 — ЗАНЯТО (ЗН)	42 — ОШИБКА В ПРОГРАММЕ (СБП)
36 — КАНАЛ КОНЧИЛ (КК)	43 — НАРУШЕНИЕ ЗАЩИТЫ (НЗ)
37 — УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО (УК)	44 — ОШИБКА В ДАННЫХ (СБД)
38 — СБОЙ В УСТРОЙСТВЕ (СБ УВВ)	45 — СБОЙ В УПРАВЛЕНИИ КАНАЛА (СБК)
39 — ОСОБЫЙ СЛУЧАЙ (ОС)	46 — СБОЙ В УПРАВЛЕНИИ ИНТЕРФЕЙСАМИ
	47 — СБОЙ ЦЕПОЧКИ (СБЦ)

Рис. 5.1. Форматы команд управления операциями ввода-вывода

содержащаяся в CSW при выполнении команды ввода-вывода, относится к устройству, адресуемому данной командой ввода-вывода. Информация, записанная в CSW, в результате прерывания ввода-вывода, относится к УВВ, вызвавшему прерывание, т. е. к устройству, адрес которого записан в разрядах 16-31 старого PSW (в случае прерывания от ввода-вывода — прим. перев.) при базовом режиме управления, или в адресах 0000BA₁₆-0000BB₁₆ ОП при расширенном режиме управления.

5.2. МУЛЬТИПЛЕКСНЫЙ КАНАЛ

К мультиплексному каналу (МК) подключаются относительно медленно действующие УВВ. Канал может работать в *монопольном* и *мультиплексном* режимах. Максимальная скорость обмена данных МК в мультиплексном режиме равна 40 кбайт/с, а в монопольном режиме — 280 кбайт/с, в монопольном же режиме при использовании косвенной адресации — 120 кбайт/с.

Средства канала, необходимые для выполнения одной операции ввода-вывода, называются *подканалом*. Фактически подканал представляет собой память, в которой хранятся различные адреса, необходимые для операции (адрес ССW, адрес данных и др.), счетчик данных, информация о состоянии процесса ввода-вывода и управляющая информация (тип операции, флажки и др.). Для хранения этой информации в мультиплексном канале ЕС 1035 используются четыре последовательно расположенных слова (16 байт) в управляющей памяти, называемых *управляющим словом устройства (УСУ)*.

В зависимости от того, какая часть УП выделена для хранения УСУ, мультиплексный канал может иметь 16, 32, 64, 128 или 256 подканалов. В стандартной конфигурации ЭВМ ЕС 1035 мультиплексный канал имеет 64 подканала. Управляющие слова располагаются в модуле $ЕХХХ_{16}$ УП, в котором начало каждого УСУ приходится на целочисленную границу для 16-го байта, т. е. имеет адрес $ЕХХО_{16}$. Две средних цифры адреса (ХХ) называются *адресом УСУ*. Они определяются в зависимости от адреса УВВ и типа подканала.

Подканалы МК делятся на два типа:

неразделенные, используемые одним УВВ;

разделенные, используемые группой УВВ, причем при выполнении операции ввода-вывода по подканалу какого-либо одного из УВВ группы доступ другим УВВ группы к МК невозможен до завершения начатой операции. Иными словами, устройства группы не могут работать одновременно, несмотря на то что они подключены к мультиплексному каналу.

В ЭВМ ЕС 1035 устройства, подключенные к разделенному подканалу, имеют адрес вида $1XXXXXXX_2$, а устройства, подключенные к неразделенному подканалу — $0XXXXXXX_2$.

5.2. Адреса устройств ввода-вывода и их управляющих слов для разделенных подканалов

Адрес УВВ	Адрес УСУ	Адрес УВВ	Адрес УСУ
От 80 до 8F	00	От C0 до CF	04
От 90 до 9F	01	От D0 до DF	05
От A0 до AF	02	От E0 до EF	06
От B0 до BF	03	От F0 до FF	07

В системе, имеющей до 128 подканалов, для разделенных подканалов используются первые восемь УСУ с адресами от 00₁₆ до 07₁₆. В табл. 5.2 показано соответствие адресов УВВ, образующих группы, подключаемые к разделенным подканалам, адресам принадлежащих им управляющих слов.

Система с 256 подканалами разделенных подканалов не имеет.

При формировании адреса УСУ неразделенного подканала используется следующее правило: адрес УСУ равен адресу УВВ, однако в случае, если адрес УВВ превосходит максимальное число подканалов данной конфигурации системы, он модифицируется таким образом, что каждый его двоичный разряд, имеющий значение, большее или равное максимальному числу подканалов, обнуляется.

5.2.1. Форматы управляющего слова устройства

Формат УСУ показан на рис. 5.2. Входящие в него четыре слова обозначены цифрами от 1 до 4.

Слова	Адрес в УП	Байт 0	Байт 1	Байт 2	Байт 3	Рабочее место в ЛП
УСУ1	ЕХХ0	Флажки и операции	Байт состояния УСУ/канала	Счетчик байтов		МФ
УСУ2	ЕХХ4	Код операции ССВ	Адрес данных			МД
		Ключ Р	Ограниченная регистрация канала			
УСУ3	ЕХХ8	Ключ	Адрес следующего ССВ			МС
УСУ4	ЕХХС	Адрес УВВ	Адрес списка косвенных адресов данных (IDAW)			

Флажки и операции (МФД)	Байт состояния УСУ/канала (МФ1)	
	Байт состояния УСУ	Байт состояния канала
0 – Цепочка данных (СД)	0 – Активный подканал	0 – Программно-управляемое прерывание (РС1)
1 – Цепочка команд (СС)	1 – Неправильная длина (НД)	1 – Неправильная длина (НД)
2 – Подавление индикации неправильной длины (SLI)	2 – Ошибка в программе (СБП)	2 – Ошибка в программе (СБП)
4 – Программно-управляемое прерывание (РС1)	3 – Нарушение защиты (НЗ)	3 – Нарушение защиты (НЗ)
5 – Косвенная адресация (IDA)	5 – Сбой в управлении каналом (СБК)	4 – Ошибка в данных (СБД)
3, 6 = 00 – Считывание	6 – Сбой в управлении интерфейса (СБИ)	5 – Сбой в управлении каналом (СБК)
= 01 – Запись	4, 7 = 00 – Передача данных	6 – Сбой в управлении интерфейса (СБИ)
= 10 – Следующее состояние или SKIP	01 – Следующее состояние (получение БСУ)	7 – Не используется
= 11 – Останов или обнуление счетчика	10 – Ожидаемое состояние (БСУ запомнено в УУ)	
7 – Обратное чтение	11 – БСУ(состояние УВВ) принято каналом и записано в буфер прерывания ЛП	

Рис. 5.2. Формат УСУ мультимплексного канала и его распределение в УП и ЛП

Байт 0 УСУ1 устанавливается микропрограммно и служит в дальнейшем для указания действий, выполняемых по микропрограмме. В его разрядах содержится информация флажкового типа для операций, задаваемая ССW, а также в общем характеризующая канальную команду: считывание, считывание в обратном направлении или запись.

Байт 1 УСУ1 в ходе заданной канальной команды хранит байт состояния подканала, а в конце процесса ввода-вывода, когда должно быть записано ССW, в байте 1 УСУ1 содержится байт состояния канала (БСК).

Байт 0 УСУ2 первоначально (при выборе ССW и занесении его в ЛП) содержит код команды, получаемый из ССW. После анализа этого кода устанавливаются разряды 6 и 7 (признак выполняемой операции — *прим. перев.*) байта 0 УСУ1. После этого в коде операции из ССW более нет необходимости, и в байт 0 УСУ2 записывается ключ защиты памяти, используемый при каждом обращении к ОП во время обмена. Если во время обмена в разряде 7 байта 0 УСУ2 устанавливается 1, то это служит признаком того, что в байтах 1, 2 и 3 УСУ2 содержится ограниченная регистрация состояния канала (см. 5.4). Обычно во время обмена байты 1, 2 и 3 УСУ2 содержат текущий адрес области ОП, в которую происходит запись или из которой считываются данные.

Байт 0 УСУ3 содержит ключ защиты памяти, получаемой из САW, а байты 1, 2 и 3 — адрес следующего ССW.

Байт 0 УСУ4 в случае, если УСУ для определенного устройства активно, содержит адрес этого УВВ, использующего подканал, а в байтах 1, 2 и 3 УСУ4 находится адрес списка косвенных адресов данных (IDAW) при использовании косвенной адресации (что указывается соответствующим флажком в байте 0 УСУ1 — *прим. перев.*)

5.2.2. Аппаратура мультиплексного канала

Аппаратура МК (рис. 5.3) состоит из четырех однобайтных регистров — GRMT0, GRMT1, GRMB0 и GRMB1, которые для микропрограммного управления представляют специальный 32-разрядный регистр с адресом 0E₁₆.

Содержимое регистров МК считывается и анализируется микропрограммно, для чего оно передается через ассемблер регистров на вход регистра GRA. В регистры GRMT1 и GRMB1 поступают из УВВ управляющие сигналы и информация, которые не могут быть изменены со стороны ЦП. Центральный процессор может записывать информацию (и управлять триггерами) только в регистрах GRMB0 и GRMT0.

Регистр GRMT0 содержит триггеры, формирующие сигналы идентификации канала. Состояние каждого из идентификаторов может анализироваться микрокомандой ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ МОДУЛЯ. Содержимое каждого разряда формируется микрокомандой ПЕРЕХОД.

ПРЕР. МК — триггер, устанавливаемый в состоянии 1 при возникновении условия прерывания в МК. Он остается в этом состоянии до тех пор, пока не будет обработано прерывание.

КОНТР. МК не является идентификатором канала. Этот триггер устанавливается в состоянии 1, если канал не может точно определить источник ошибки, например, когда в начале выборки не получен ответ на сигнал ВБР-К, или адрес, полученный от УВВ, имеет неправильный контрольный разряд.

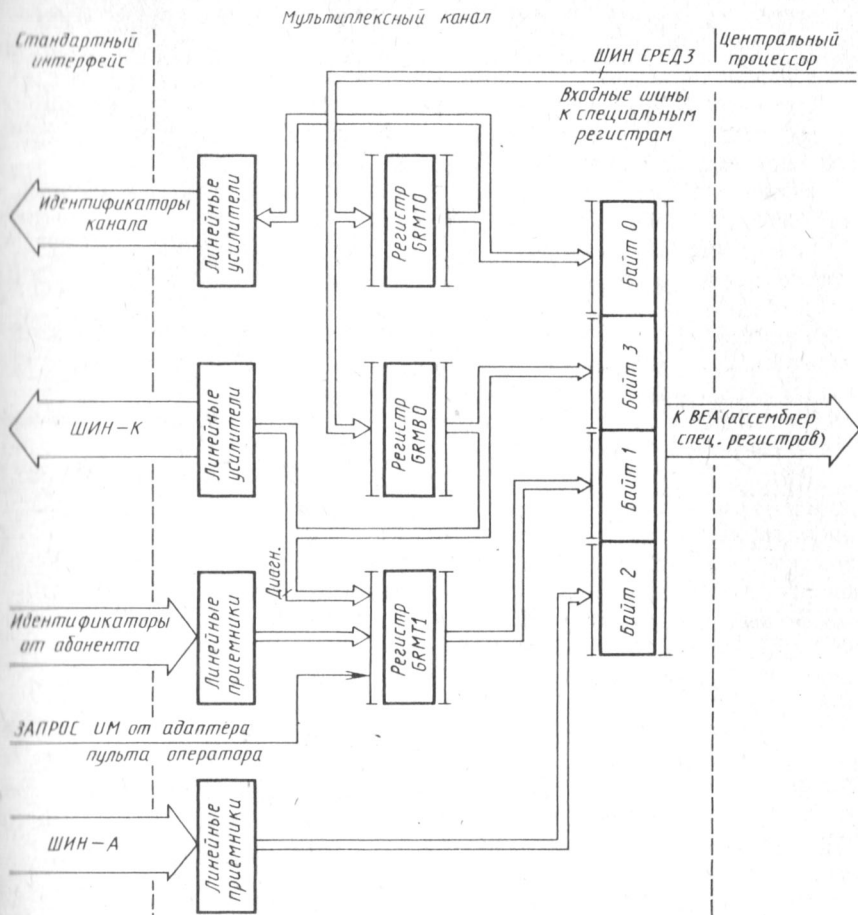


Рис. 5.3. Связь между стандартным интерфейсом, аппаратурой МК и центральным процессором

БЛК-К может устанавливаться в состояние 1 не только микропрограммно, но и автоматически, при МТО [5] = 1 и отсутствии РАБ-А.

Разряды 3 и 4 GRMT0 могут сбрасываться как микропрограммно, так и аппаратно при переходе в нулевое состояние идентификаторов абонента УПР-А, ИНФ-А и АДР-А.

Регистр GRMT1 содержит триггеры, принимающие сигналы по линиям идентификации абонента.

Совместно рассматриваемые содержимые разрядов 2 и 3 GRMT1 отображают состояния сигналов интерфейса РАБ-А, ИНФ-А и УПР-А.

Разряды 0—5 и 7 GRMT1 устанавливаются по сигналам из интерфейсных линий идентификации абонента; их состояние анализируется микропрограммно микрокомандой ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ МОДУЛЯ. В диагностическом режиме канала в регистр GRMT1 может заноситься информация из GRMB0.

Разряд 6 GRMT1 (триггер ЗАПРОС UM √ МК) служит обобщенным сигналом заявки на обслуживание от МК или от пульта оператора, который подключается не к МК, а прямо к ЦП через специальный адаптер. Как только возникает потребность в обслуживании МК для передачи байта данных или байта состояния, УВВ выдает сигнал ТРБ-А, устанавливающий в состояние 1 GRMT1 [5]. В случае потребности в обслуживании пульта оператора, поступающий от него интерфейсный сигнал ЗАПРОС UM переводит в состояние 1 только GRMT1 [6].

Регистр GRMB0 состоит из 9 триггеров (8 информационных и один контрольный), устанавливаемых сигналами от шин ШИН СРЕД центрального процессора. Выходы GRMB0 подаются на ШИН-К интерфейса. В диагностическом режиме содержимое GRMB0 может передаваться в GRMT1 и во все селекторные каналы.

Регистр GRMB1 фактически представляет выходы усилителей-приемников, по которым информация с ШИН-А интерфейса передается в канал. При считывании информация с GRMB1 записывается в ОП под управлением микрокоманд АРИФМЕТИКА и ПАМЯТЬ. Одновременно с этим содержимое GRMD увеличивается на 1 (для формирования следующего адреса ОП), а содержимое счетчика байтов уменьшается на 1.

5.2.3. Локальная память мультиплексного канала

Назначение регистров ЛП и РЛП, используемых при работе микропрограмм МК, показано на рис. 5.4. Выполнение всех команд ввода-вывода, подобно другим командам ЕС 1035, начинается с использования регистров GRI, GRV, GRU, GRW, GRR и GRQ. Если при анализе команд не обнаруживаются ошибки, последующие действия, связанные с выполнением команд в мультиплексном канале, продолжают с использованием соответствующих

Адрес в ЛП	Идентификатор	Байт 0	Байт 1	Байт 2	Байт 3	Шины X и Y	
14	X	Область формирования информации для регистра BRMA Код команды Адрес УВВ Адрес УСУ				X2Y4	
15	R	Рабочая область старого УСУ				X2Y5	
16	Y					X2Y6	
17	Q	Ключ	0000	Область SAW Адрес следующего СSW		X2Y7	
18	MA	Код команды	Адрес УВВ	Адрес УСУ		X3Y0	
19	MBS	Буфер прерывания Адрес УВВ БСУ		Код последовательности	Буфер данных	X3Y1	
1A	MX	S		Информация возврата МК P	N2	N3	X3Y2
1B	MC	Ключ	0000	Адрес следующего СSW		X3Y3	
1C	MD	Код команды	Адрес данных			X3Y4	
		Ключ	0000	Каталож. номер			
1D	MF	Флажки и операции	Состояние УСУ / канала	Счетчик байт		X3Y5	
1E	MW	Рабочая область				X3Y6	
1F	CX	Информация возврата ЦП				X3Y7	

Значение битов MA0, MX0

0 – КАНАЛ ЗАНЯТ
1 – НЕМЕДЛЕННАЯ КОМАНДА
2 – ЦЕПОЧКА
3 – ЗАПРОС НА ПРИОСТАНОВКУ
4 – ПРЕРЫВАНИЕ
5 – NIO
6 – TIO
7 – SIO

Адрес в РЛП	Идентификатор	Байт 0	Байт 1	Байт 2	Байт 3	Шины X и Y
50	I	Ключ	Адрес команды			X2Y0
51	V			Адрес канала	Адрес УВВ	X2Y1
52	W					X2Y2
53	U	КДК пр	Маска программы	Код команды		X2Y3

Рис. 5.4. Распределение ЛП и РЛП при работе мультиплексного канала

рабочих областей ЛП — регистров GRMA, GRMB, GRMX, ..., GRMW. Код команды в байтах 0 регистров GRX и GRMA формируется микропрограммой, а разряды его принимают значения, показанные на рис. 5.4.

5.2.4. Микропрограммы мультиплексного канала

Управление работой МК полностью осуществляется микропрограммами, связь которых с шинами и линиями интерфейса производится через регистры GRMT0, GRMT1, GRMB0 и GRMB1. Во время работы микропрограмм МК используется его рабочая область в ЛП. Для обеспечения возможности ее адресации в регистр GRP необходимо занести константу 33₁₆.

Микропрограммы МК имеют следующие идентификаторы и назначение:

- GLAA — общая микропрограмма мультиплексного канала, селекторных каналов и всех адаптеров ввода-вывода, дешифрирующих команды ввода-вывода;
- GMGR — основная микропрограмма МК;
- GMDR — микропрограмма обработки данных в МК;
- GMSR — микропрограмма обработки заявок на обслуживание в МК;
- GMCR — микропрограмма обработки цепочек данных или цепочек команд в МК;
- GMMS — микропрограмма обработки байта состояния;
- GMWS — микропрограмма записи CSW;
- GMLO — микропрограмма регистрации ошибок МК.

Связь между микропрограммами и последовательность сигналов интерфейса МК показаны на рис. 5.5 и 5.6.

В мультиплексном режиме работа микропрограммы GMSR начинается с поступления заявки на обслуживание (ТРБ-А) через механизм микропрограммного прерывания, когда при отсутствии более приоритетной заявки вырабатывается фиксированный адрес микрокоманды D400, с которого начинается работа GMSR. В момент выработки фиксированного адреса адрес следующей микрокоманды прерванной микропрограммы содержится в регистрах N2 и N3.

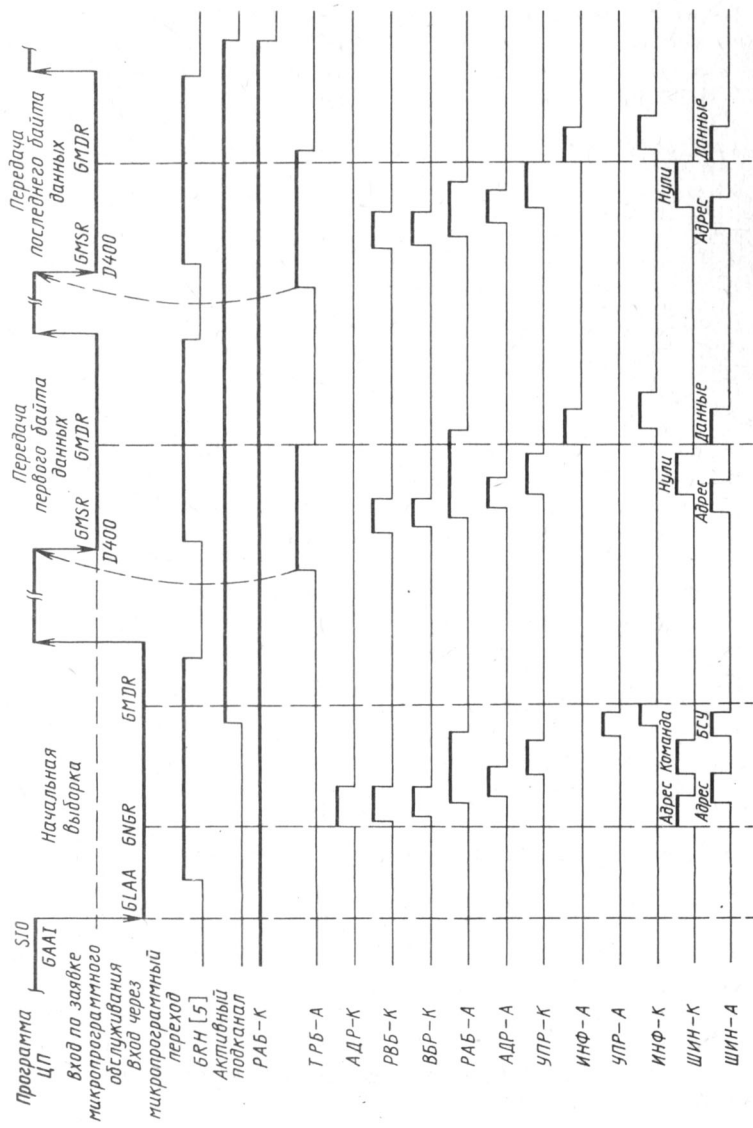
Алгоритмы действия мультиплексного канала при начальной выборке и обмене данными показаны на рис. 5.7—5.9. Для обозначения связей между отдельными структурными схемами алгоритмов используются буквенно-цифровые идентификаторы связей.

5.2.5. Ошибки в работе мультиплексного канала

В процессе работы МК могут возникать различные аномальные ситуации, расцениваемые как ошибки.

1. При операции считывания в регистр GRMB1 поступил байт с неправильным контрольным разрядом. Эта ошибка обнаруживается при передаче байта в ЛП и регистрируется установкой в 1 GRMC1 [0]. При формировании байта состояния канала (БСК) это является условием установки в состояние 1 разряда ОШИБКА В ДАННЫХ.

Рис. 5.5. Связь между микропрограммами и последовательностями сигналов интерфейса при работе мультиплексного канала (часть 1)



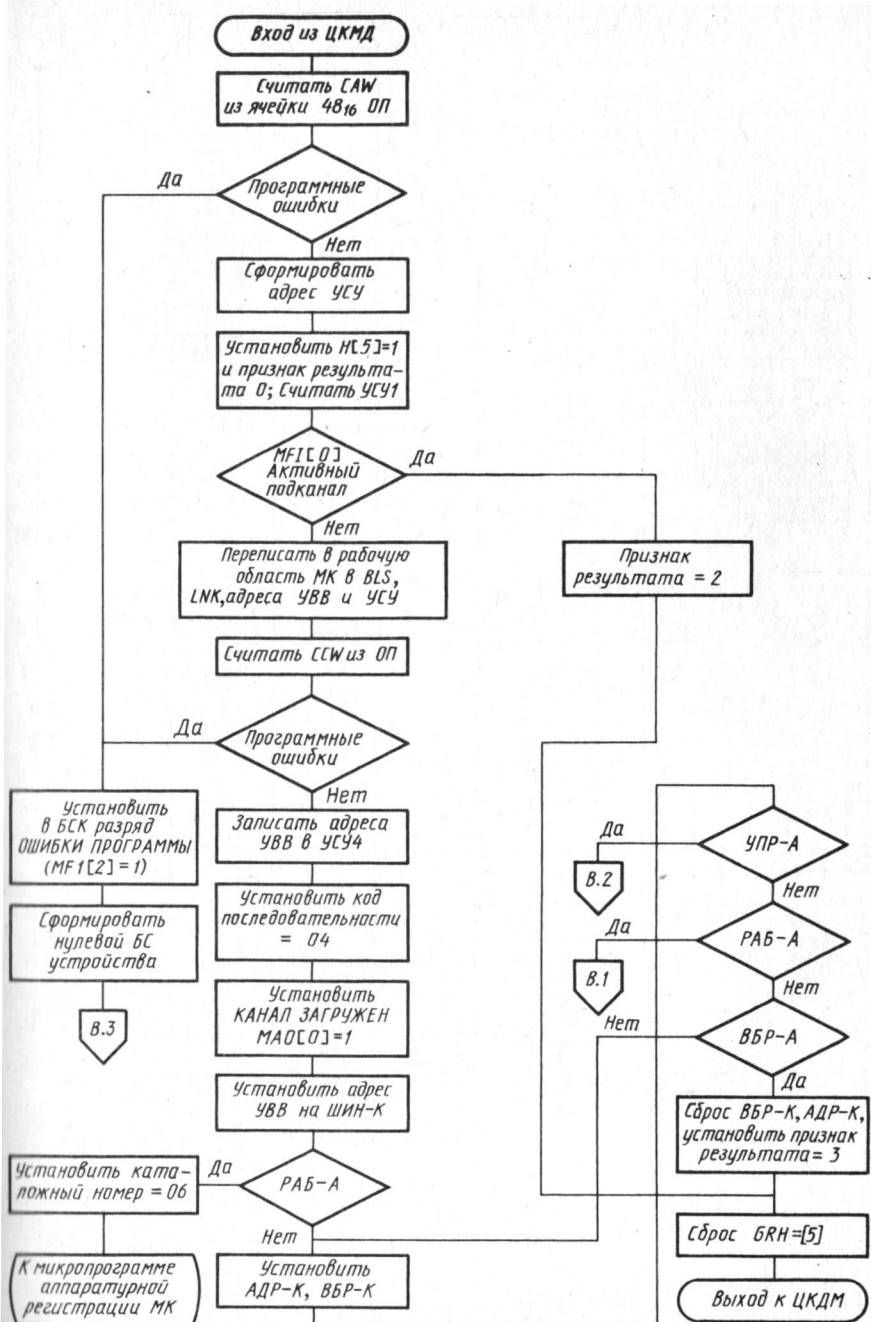


Рис. 5.7. Схема алгоритма выполнения команды S10 в мультиплексном канале до установления связи с УВВ

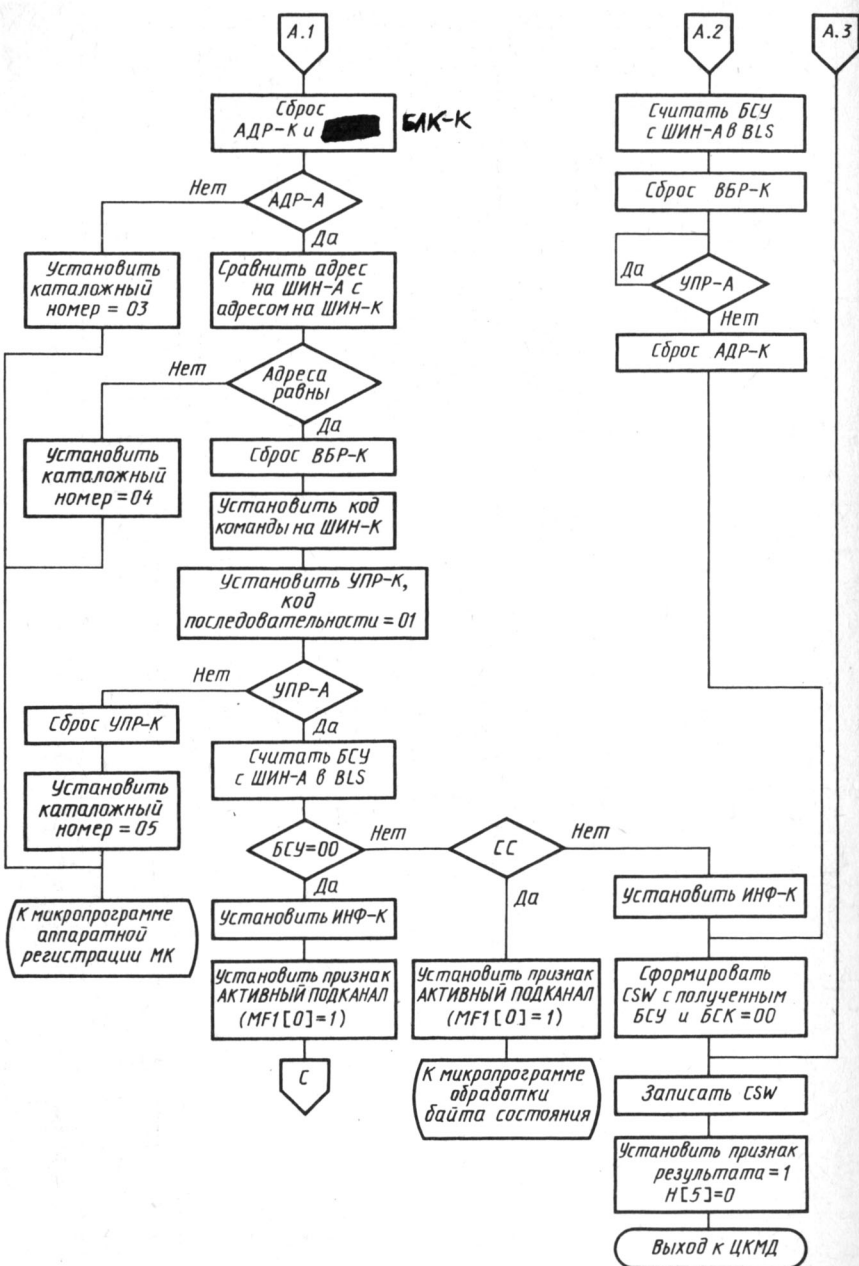


Рис. 5.8. Схема алгоритма осуществления связи с УВВ и завершения выполнения команды S10 в мультиплексном канале

2. Из устройства ввода-вывода получен байт состояния в то время, когда содержимое счетчика байтов еще не достигло нуля. В этом случае MF1 [1] устанавливается в состояние 1, и в байте состояния канала формируется указатель НЕПРАВИЛЬНАЯ ДЛИНА.

3. Во время выполнения цепочки команд или цепочки данных обнаружены неправильные коды в CSW или команда TIS передает управление другой команде TIS. В этом случае GRMF1 [2] устанавливается в состояние 1, а в байте состояния канала формируется указатель ОШИБКА ПРОГРАММЫ.

4. Схемами контроля ЦП обнаружены ошибки в работе МК, которые не могут быть устранены схемами восстановления. В этом случае GRMF1 [5] устанавливается в состояние 1, указывая на то, что имеет место СБОЙ В УПРАВЛЕНИИ КАНАЛА. Если идентификатор РАБ-А находится в состоянии 0, работа МК продолжается до нормального завершения. Если УВВ подключено к МК (РАБ-А находится в состоянии 1), то по интерфейсу передается последовательность сигналов для отключения от интерфейса. При успешном выполнении этой последовательности УУ отключается, когда будет передан байт состояния устройства (БСУ). Этот БСУ вместе с БСК записывается в CSW. При неудачной попытке выполнения последовательности отключения от интерфейса (не происходит сброса РАБ-А в течение 32 мс) канал осуществляет селективный сброс. В подобной ситуации от УВВ зависит, будет ли произведена передача БСУ. При этом если БСУ не будет передан, то не возникнет условие прерывания. Вероятность одновременной ошибки ЦП и интерфейса очень мала.

5. Обнаружена неправильная последовательность сигналов, передающихся по интерфейсу. В этом случае в MF1 [6] устанавливается состояние 1, формируя тем самым указатель ОШИБКА В УПРАВЛЕНИИ ИНТЕРФЕЙСА. Подобная ошибка указывается и в случаях, когда из УВВ поступил адрес или БСУ с неправильным контрольным разрядом, когда при начальной выборке не совпадают отправленный и полученный адреса, а также когда при цепочке команд УВВ оказалось отключенным от интерфейса во время выборки очередной команды.

5.3. СЕЛЕКТОРНЫЕ КАНАЛЫ

К селекторным каналам (СК) подключаются быстродействующие УВВ: магнитные диски, ленты и т.д. К селекторным каналам ЕС 1035 может быть подключено до 256 УВВ, но при этом не более восьми УУ (в случае, если не используется ретранслятор сигналов интерфейса). Скорость передачи данных через СК зависит от числа совместно работающих каналов (табл. 5.3). Скорость передачи данных селекторными каналами значительно снижается при использовании *цепочки данных*. Приведенные в табл. 5.3 значения не все относятся к цепочке данных и определены для слу-

5.3. Быстродействие селекторных каналов

Число совместно работающих каналов	Быстродействие, кбайт/с			
	СК1	СК2	СК3	СК4
1	740			
2	740	520		
3	520	520	400	
4	400	400	400	320

чая, когда счетчик байтов не меньше 4. Если для ускорения работы первого СК безусловно определен самый высокий приоритет для осуществления обмена данными, то быстродействие СК1 возрастает до 1 Мбайт/с. Стандартная конфигурация ЕС 1035 включает четыре селекторных канала с возможностью работы и в блок-мультиплексном режиме. В варианте ЕС 1035 с матричным процессором ЕС 2335 вместо СК4 устанавливается адаптер для управления процессором ЕС 2335.

5.3.1. Локальная память селекторных каналов

Каждый подканал (УСУ) селекторного канала располагается в ЛП в четырех регистрах, длиной в одно слово каждый (рис. 5.10, а).^{*} Какие четыре регистра будут использованы при работе микропрограммы в СК, определяет то, какой будет установка сигнала ПОТЕНЦИАЛ СК. Информация в УСУ, соответствующая распределению, показанному на рис. 5.11, а, имеет место после установки в соответствующем СК сигнала СЧ ГОТОВ (готова последняя часть формируемого УСУ — счетчик).

Регистр GD. При выборе CCW из ОП в регистр GD поступает первое слово CCW. При косвенной адресации, после передачи кода команды в UVB, в байт 0 регистра GD записывается ключ защиты памяти из нулевого байта регистра GM (GM0).

Регистр GC хранит второе слово CCW. Изменение содержимого счетчика данных производится непрерывно при обмене данными с ОП.

Регистр GM. При выполнении команды SIO в этот регистр заносится CAW. При выполнении цепочки данных или команд адрес следующего CCW хранится в GM 1, 2, 3.

Регистр GW. Байт 0 (GW0) и байт 1 (GW1) содержат признаки, устанавливаемые и используемые канальными микропрограммами. Байт 2 (GW2) используется в качестве микропрограммного счетчика, с помощью которого производятся и измеряются временные задержки (тайм-ауты) СК.

5.3.2. Расширенная локальная память селекторных каналов

Каждый селекторный канал имеет два регистра в расширенной локальной памяти (рис. 5.10, б): GRGDRL и GRGDBRL.

^{*} В начальной области ЛП в ячейках с адресами 00—0F размещается регистр общего назначения POH; 10—1F — регистры адресов возврата, рабочие ячейки процессора и МК — *Прим. перев.*

Адрес	Идентификатор	Байт 0	Байт 1	Байт 2	Байт 3	Шины X,Y
00					0	0,0

1F	СХ					3,7	} КСК2
20	БД	Ключ	Адрес данных			4,0	
21	БС	Флажки		Счетчик		4,1	
22	БМ	Ключ	Адрес следующего ССW			4,2	
23	БW	Микропрограммные флажки		Счетчик	Адрес УВВ	4,3	
24	БД					4,4	} КСК3
25	БС					4,5	
26	БМ					4,6	
27	БW					4,7	
28	БД					5,0	} КСК1
29	БС					5,1	
2A	БМ					5,2	
2B	БW					5,3	
2C	БД					5,4	} КСК4
2D	БС					5,5	
2E	БМ					5,6	
2F	БW					5,7	
30						6,0	

а)

60	БDRL	Ключ	Адрес данных	4,0
61	БDBRL	Ключ	Адрес следующей страницы	4,1
62				4,2
63				4,3
64	БDRL			4,4
65	БDBRL			4,5
66				4,6
67				4,7
68	БDRL			5,0
69	БDBRL			5,1
6A				5,2
6B				5,3
6C	БDRL			5,4
6D	БDBRL			5,5
6E				5,6
6F				5,7

б)

Адрес	Иденти- фикатор	Байт 0	Байт 1	Байт 2	Байт 3	Шины X, Y
00	RTY					
20	6BUF	6B0	6B1	6B2	6B3	4,0
21	6BS	6SP	6BF	6CT	6BD	4,1
22	6STAT	6F	6E	6S	6L	4,2
23	6TAG	6TO	6TI	6R60	6R6R	4,3
24						4,4
25						4,5
26						4,6
27						4,7
28	6BUF	6B0	6B1	6B2	6B3	5,0
29	6BS	6SP	6BF	6CT	6BD	5,1
2A	6STAT	6F	6E	6S	6L	5,2
2B	6TAG	6TO	6TI	6R60	6R6R	5,3
2C	SPTL					5,4
2D	SYS					5,5
2E	ADJT					5,6
2F						5,7
30	6BUF	6B0	6B1	6B2	6B3	6,0
31	6BS	6SP	6BF	6CT	6BD	6,1
32	6STAT	6F	6E	6S	6L	6,2
33	6TAG	6TO	6TI	6R60	6R6R	6,3
34	SPTL					6,4
35	SYS					6,5
36	TODH					6,6
37						6,7
38	6BUF	6B0	6B1	6B2	6B3	7,0
39	6BS	6SP	6BF	6CT	6BD	7,1
3A	6STAT	6F	6E	6S	6L	7,2
3B	6TAG	6TO	6TI	6R60	6R6R	7,3
3C	SPTL					7,4
3D	SYS					7,5
3E	TODL					7,6
3F						7,7

в)

Рис. 5.10. Локальная память (а), расширенная локальная память (б) и специальные регистры селекторных каналов (в)

Регистр	Байт 0	Байт 1	Байт 2	Байт 3
6D	Ключ	Адрес данных		
6C	Флажки		Счетчик	
6M	Ключ	Адрес следующего ССМ		
6W	Микропрограммные флажки	Счетчик тайм-аута	Адрес УВВ	

6W0	0 - Цепочка 1 - Наличие LCL (ограниченной регистрации) в канале 2 - Получен БС≠0 3 - Получен ВБР-А 4 - Прерывание в загруженном канале 5 - Заполнен буфер прерывания 6 - Канал активен 7 - Флажок РС1 при целочке	6W1	0 - Блок-мультитеплексный режим 1 - УСУ назначено 2 - Разделенные устройства 3 - Бит 15 команды ввода-вывода 4 - Прерывание ввода-вывода 5 - N10 или N11 6 - T10 7 - S10
-----	--	-----	---

а)

Регистр	Байт 0	Байт 1	Байт 2	Байт 3
6B5	Резервный Резервный Резервный ЕТРС ЕТТС КРЕСТ ЕТБФ8 ЕТБФ7	Резервный ЕТБФ6 ЕТБФ5 ЕТБФ4 ЕТБФ3 ЕТБФ2 ЕТБФ1 ЕТБФ0	СВОЙ БУФЕРА СЧ ЧЕРЕЗ 0 ЦД ВЫП ПЕРЕГОРОДКА БР6СL [0] БР6СL [1] БР6СL [2] БР6СL [3]	Канал ДОСТ АДР [30] АДР [31] БСТВ [K] БСТВ [0] БСТВ [1] БСТВ [2] БСТВ [3]
6B6	Резервный ЕТРС НД СБП НЗ СБД СБК СБИ СБЦ	ЕТСК ПРЕРВ ЕТХХВТ ЕТНВ БМРЕЖ ПОВТ КМД АДР СК [0] АДР СК [1]	6S	6L
6B7	6T0	6T1	6D	6R
6B8	РАБ-К ВБР-К АДР-К УПР-К ИНФ-К ВБР-А ДАН-К БЛК-К Резервный	РАБ-А АДР-А УПР-А ИНФ-А ВБР-А ДАН-А ТРБ-А ОТК-А	Регистр БР6D ШИН-К	Регистр БР6R ШИН-А

б)

Рис. 5.11. Распределение управляющей информации селекторного канала в регистрах ЛП и специальных регистрах СК:
а — распределение УСУ в регистрах ЛП СК; б — распределение триггеров специальных регистров СК

Регистр GRGDRL. Ключ защиты в байте 0 GRGDRL записывается из регистра GM0 ЛП и используется при каждом обращении к ОП в процессе обмена данными. Адрес данных (GRGDRL 1, 2, 3) первоначально заносится из регистра GD ЛП. При косвенной адресации первоначальный адрес IDAW непосредственно из ОП поступает в GRGDRL 1, 2, 3, после чего он непрерывно обновляется в ходе обмена данными с ОП.

Регистр GRGDBRL используется при косвенной адресации и содержит адрес следующей страницы ОП, с которой будет работать канал.

5.3.3. Специальные регистры селекторных каналов

Аппаратура СК, которая должна быть доступна микропрограммам СК, адресуется в ЦП как специальные регистры. Для каждого СК определены четыре специальных регистра (рис. 5.10, в). Специальные регистры и их отдельные байты имеют идентификаторы, используемые для их обозначения в символических записях микропрограмм.

Распределение триггеров специальных регистров показано на рис. 5.11, б.

Регистр GBUF объединяет четыре однобайтных регистра буфера данных: GB0, GB1, GB2 и GB3.

Регистр GBS объединяет триггеры управляющих схем буфера.

Регистр GSTAT объединяет триггеры, характеризующие состояние канала.

Регистр GTAG объединяет триггеры, формирующие или принимающие сигналы интерфейса.

Регистр GSP используется только в ускоренном селекторном канале, а для СК2, СК3 и СК4 разряды GSP служат резервными.

5.3.4. Адресация регистров селекторного канала

Каждый селекторный канал имеет по четыре регистра в ЛП, по два регистра в РЛП и по четыре специальных регистра. Поскольку все эти регистры содержат однородную информацию и имеют одинаковые для всех каналов идентификаторы, а адреса их, подаваемые на шины X и Y, отличаются только цифрой на шине X, это обеспечивает пригодность микропрограмм для всех четырех каналов. В процессе работы СК микропрограммно формируется только адрес для шины Y, а адрес шины X формируется аппаратно по соответствующему сигналу ПОТЕНЦИАЛ СК. В каждый конкретный момент возбуждается только один из четырех сигналов ПОТЕНЦИАЛ СК.

При выполнении команды ввода-вывода соответствующий сигнал ПОТЕНЦИАЛ СК устанавливается микропрограммно в зависимости от номера канала, определяемого командой ввода-вывода. Если работа микропрограммы по интерпретации команды ввода-вывода прерывается микропрограммно для обслуживания другого канала, то на время *микропрограммного прерывания* (МПРС) схемами приоритета МПРС устанавливается потенциал подлежащего обслуживанию канала. Выполнение МПРС может быть прервано разделенными циклами для обмена данными между ОП и буфером СК. Во время разделенного цикла

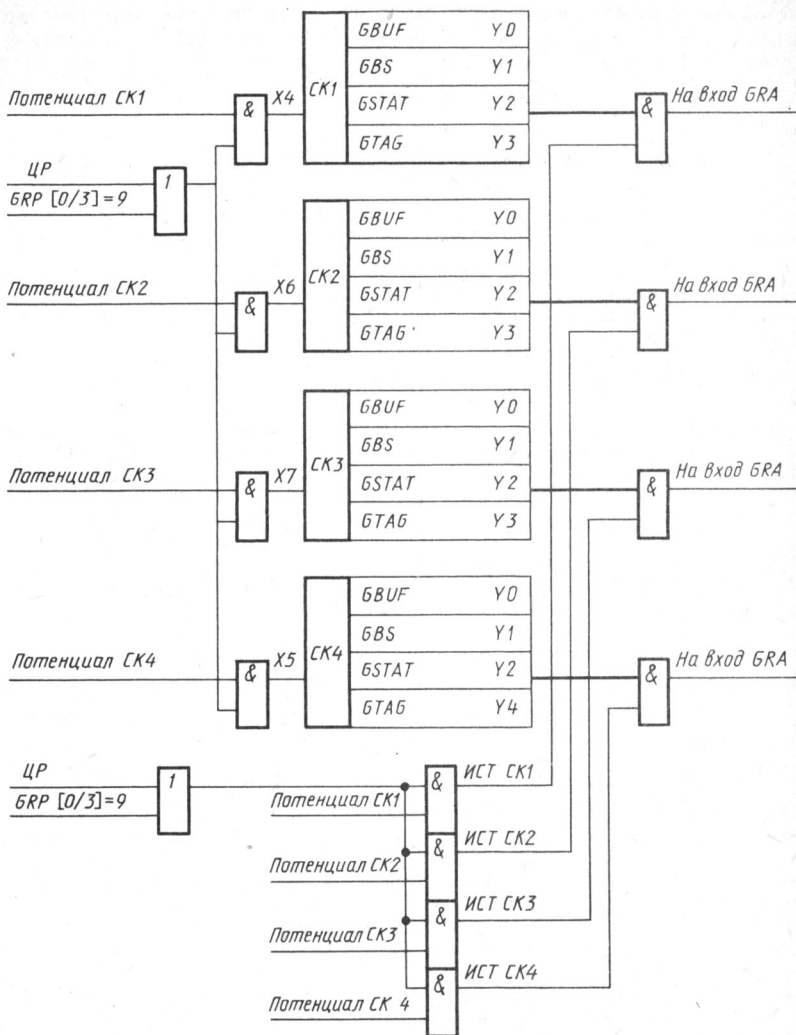


Рис. 5.12. Автоматическая адресация регистров СК

схемы приоритета разделенного цикла вырабатывают соответствующий ПОТЕНЦИАЛ СК.

При выполнении канальных микропрограмм для адресации регистров каналов в ЛП и РЛП необходимо соблюдать условие $GRP [4-7] = 4_{16}$, а для адресации специальных регистров каналов — $GRP [0-3] = 9_{16}$. Поэтому все микропрограммы СК записывают в GRP условное число 94_{16} .

Автоматическая адресация регистров СК, используемых в качестве источников и приемников информации, показана на рис. 5.12.

Автоматическая адресация блокируется при выполнении микрокоманд ПЕРЕХОД С ВОЗВРАТОМ, ВОЗВРАТ и ПЕРЕ-СЫЛКА, которые адресуют непосредственно регистры ЛП, РЛП и специальные регистры.

5.3.5. Микропрограммное управление селекторными каналами

Селекторные каналы работают под управлением микропрограмм, записанных в УП. Микропрограммы анализируют состояния триггеров СК и вырабатывают соответствующие управляющие сигналы. При анализе используются микрокоманды, в которых специальные регистры СК адресуются как источники.

Для установки триггеров СК используется микрокоманда ПЕРЕХОД с функцией GA ($GRC2 [2, 3] = 11$).

При функции GA в зависимости от состояния разрядов $GRC1 [6, 7]$ и $GRC2 [1]$ при дешифрации микрокоманды вырабатываются сигналы УСТ ГАН, СБР ГАН, УСТ ГАЛ и СБР ГАЛ следующим образом:

При $GRC1 [6, 7] = 10$ и $GRC2 [1] = 0$ формируется УСТ ГАН.

При $GRC1 [6, 7] = 10$ и $GRC2 [1] = 1$ формируется СБР ГАН.

При $GRC1 [6, 7] = 01$ и $GRC2 [1] = 0$ формируется УСТ ГАЛ.

При $GRC1 [6, 7] = 01$ и $GRC2 [1] = 1$ формируется СБР ГАЛ.

Сигналы УСТ ГАН, СБР ГАН, УСТ ГАЛ и СБР ГАЛ относятся ко всем селекторным каналам.

Конкретный, подлежащий управлению триггер определяется дешифратором разрядов $GRC2 [4-7]$ микрокоманды с функцией GA, вырабатывающим 15 сигналов. Действия, осуществляемые этими сигналами в СК, ПОТЕНЦИАЛ которого устанавливается при наличии УСТ ГАН, СБР ГАН, УСТ ГАЛ, СБР ГАЛ, показаны на рис. 5.13.

Работой селекторных каналов управляют следующие микропрограммы:

GSER — микропрограмма регистрации и обработки ошибок, обнаруживаемых в СК;

GSES — микропрограмма анализа байта состояния;

GSHT — микропрограмма останова процесса ввода-вывода в СК;

GSIN — микропрограмма обработки прерываний в СК;

GSLD — начальная микропрограмма блок-мультиплексного режима;

GSOP — начальная микропрограмма обработки ввода-вывода;

GSSS — микропрограмма записи слова состояния (CSW);

GSTB — микропрограмма назначения УСУ блок-мультиплексного режима;

GSAP — микропрограмма обработки сигналов нарушения защиты и ошибок адресации памяти СК;

GSTR — микропрограмма обработки сигналов микропрограммного прерывания СК при исполнении цепочек.

5.3.6. Начальная выборка в селекторном канале

Последовательность интерфейсных сигналов начальной выборки выполняется при передаче команды из канала в УВВ. При выполнении команд НЮ и HDV начальная выборка производится микропрограммно. При выполнении команд SЮ, ТЮ или цепочки

0 1 2 3 4 5 6 7

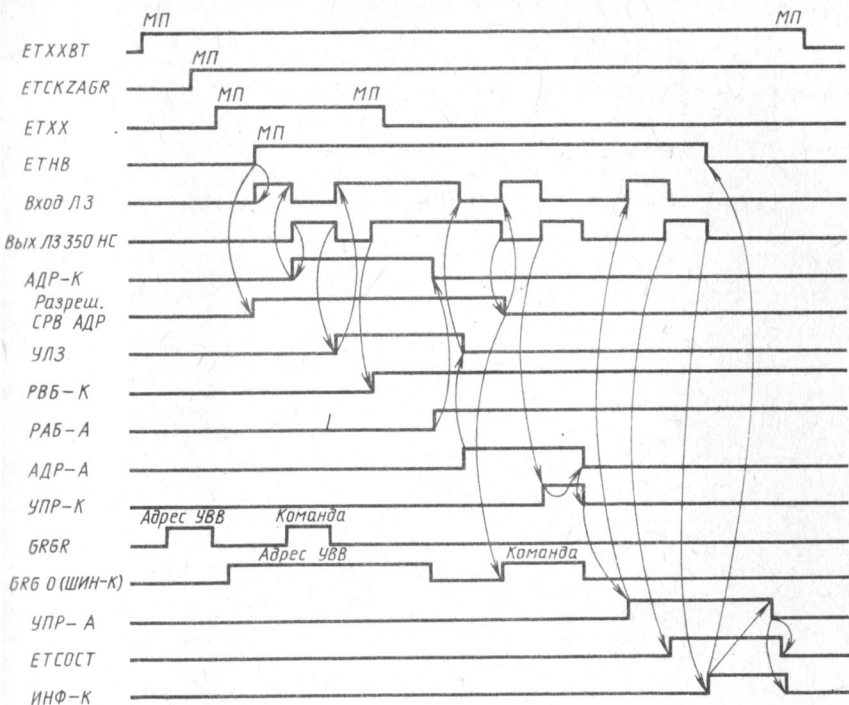
0 1 2 3 4 5 6 7

Наименование выходного сигнала дешифратора разрядов ГРС[6,7], ГРС2[1] (обозначение в микрокоманде)			
Конс- тапта (h)	$C1[6,7]=10, C2[1]=0$ УСТ ГАН (6А, 0R, Кh0)	$C1[6,7]=10, C2[1]=1$ СБР ГАН (6А, А ⁻ , Кh0)	$C1[6,7]=01, C2[1]=0$ УСТ ГАЛ (6А, 0R, Кh0)
1	УСТ ПОТЕНЦИАЛ СК1	Сигнал СБР КАН	УСТ ЕТХХВТ
2	УСТ ПОТЕНЦИАЛ СК2	Сигнал СБР ЦЕЛ	УСТ ЕТХХВТ
3	УСТ ПОТЕНЦИАЛ СК3	Сигнал СБР МАШ	УСТ ПОВТ КМД
4	УСТ ПОТЕНЦИАЛ СК4		
5	УСТ ЕТСК ЗАБР	СБР ЕТСК ЗАБР	УСТ С4 ГОТОВ
6	УСТ ЕТС; СБР0С ЕТСД, ЕТСЛ1, ЕТСК1Р	УСТ ДИАГН СДВИГ *	УСТ НЗ
7	УСТ ЕТСР1	СБР ЕТСР1, ПРЕРВ	УСТ СБП
8	УСТ ДБСБ *	СБР ДБСБ *, СБР БМРЕЖ	УСТ ПРЕРВ
9	УСТ СОСТ ДИАГН *	СБР СОСТ ДИАГН *, СБР ПРЕРВ	УСТ ВБР-К
А	УСТ ЕТНВ	УСТ СК ДОСТ	УСТ ВЛК-К
В	УСТ ДАН-К, ЕТХХ		Сигнал ГРСR:=ШАН-А
С	УСТ УПР-К, ЕТХХ	УСТ АДР-К	УСТ РАБ-К
Д	УСТ ИНФ-К, ЕТХХ; СБР. ЕТНВ, ПОВТ В	СБР ЕТСР1	УСТ СБИ
Е	УСТ ЕТН10, ЕТХХ	СБР ЕТН10	УСТ РЕЖ ДИАГН, СБР УПР-К *
Ф	УСТ ЕТХХ		
			СБР ЕТХХВТ
			СБР ЕТХХ
			Сигнал СБР НВВ
			УСТ СБК
			УСТ НД
			УСТ БМРЕЖ
			СБР ВБР К, ЕТНВ, УПЗ
			СБР БЛК-К
			ДШК=А
			ДШК=В
			ДШК=С
			ДШК=Д
			ДШК=Е
			ДШК=Ф

Наименование выходного сигнала дешифратора разрядов ГРС[4-7]

* диагностическая функция

Рис. 5.13. Функция GA



МП — микропрограммные установка или сброс

Рис. 5.14. Временная диаграмма сигналов начальной выборки

команд начальной выборки выполняется автоматически аппаратурой СК.

Временная диаграмма начальной выборки показана на рис. 5.14.

Для создания необходимых задержек сигналов, потребность в которых возникает при различных последовательностях сигналов интерфейса, в канале имеется одна линия задержки ЛЗ (рис. 5.15, а). Она осуществляет задержку сигналов на 350 нс. Пусковые сигналы для линии задержки формируются схемой управления запуском, фрагменты которой показаны для различных случаев.

При выполнении команд SIO, TIO и цепочки команд микропрограмма GSOP, определив, что канал свободен (по нулевому состоянию триггера ETCK ZAGR), выполняет следующую последовательность:

триггер ETXXBT устанавливается в состояние 1 (рис. 5.15, б), что предотвращает выполнение последовательности выборки по инициативе УВВ;

адрес УВВ заносится в регистр GRGR, откуда он через буфер канала поступает на ШИН-К;

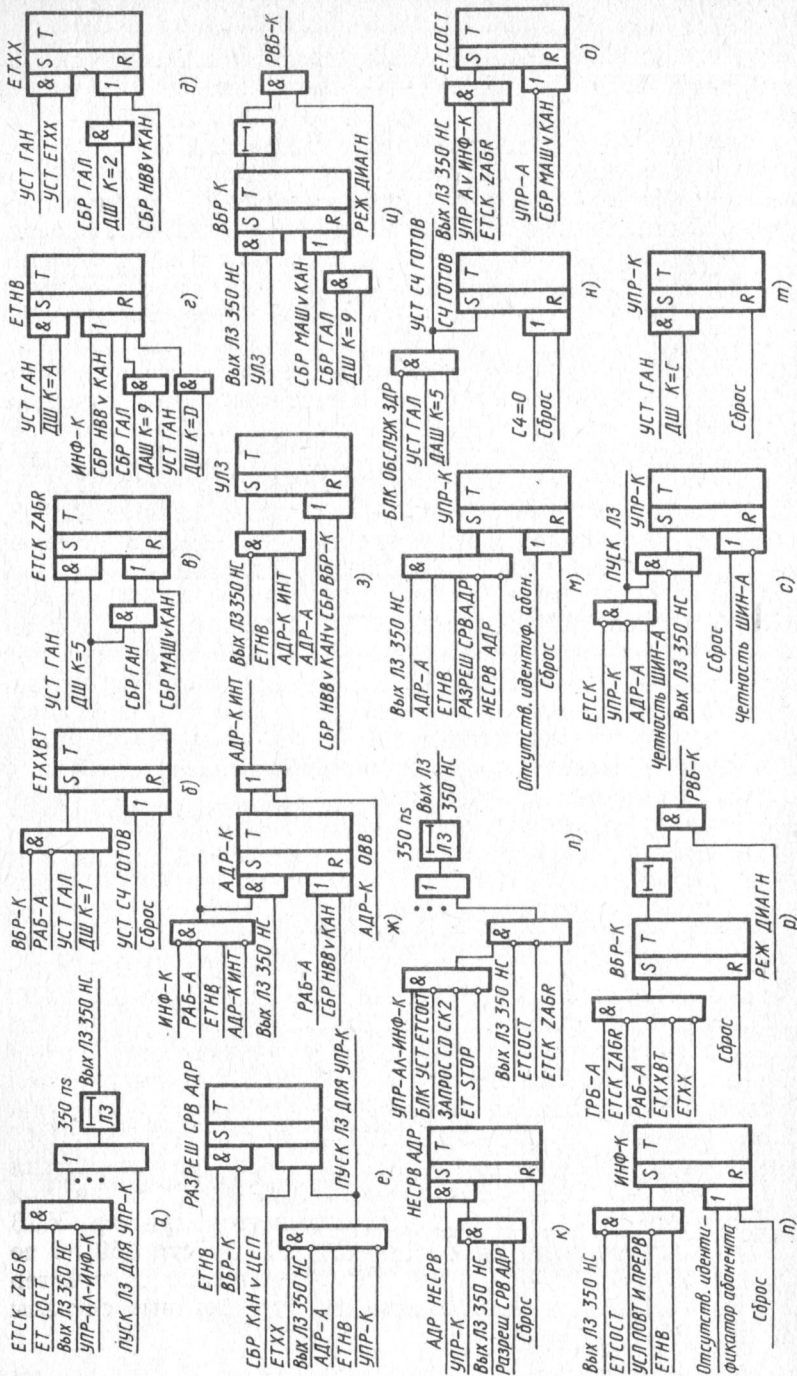


Рис. 5.15. Основные схемы управления СК при начальной выборке (а—п) и выборке по инициативе УВВ (р, с, т)

триггер ЕТСК ZAGR устанавливается в состояние 1 (рис. 5.15, е), что указывает на занятость канала.

После выполнения этих действий управление передается микропрограмме GSTR, последовательно выполняющей следующие действия:

триггеры ЕТНВ (рис. 5.15, а) и ЕТХХ (рис. 5.15, д) устанавливаются в состояние 1. Триггер ЕТНВ управляет автоматической начальной выборкой и остается в состоянии 1 до ее успешного завершения. Он сбрасывается в нулевое состояние при передаче сигнала ИНФ-К. Параллельно с аппаратным выполнением начальной выборки микропрограмма GSTR продолжает свое действие; в регистр GRGR заносится код команды канала из регистра GDO ЛП;

сбрасывается в нулевое состояние триггер ЕТХХ, который был установлен вместе с ЕТНВ. Назначением триггера ЕТХХ является регулирование совместной работы микропрограмм и аппаратуры. В данном случае нулевое состояние триггера указывает, что код команды помещен в регистр GRGR. Через ЕТХХ осуществляется блокировка выдачи сигнала УПР-К до того, как код команды будет помещен на ШИН-К. Вторая задача ЕТХХ заключается в следующем. Когда микропрограмма устанавливает в состояние 1 какой-либо триггер, например возбуждающий сигнал ИНФ-К, который затем сбрасывается в нулевое состояние аппаратно, состояние 1 по микрокоманде этой микропрограммы принимает и ЕТХХ. Аппаратный сброс указанного триггера разрешается только при $ЕТХХ = 0$. Таким образом предотвращается развитие неправильного диалога в интерфейсе в случае, если блок контроля обнаруживает ошибку, и вызывается повторение микрокоманды, что вновь взводит в состояние 1 основной триггер, выдающий сигнал ИНФ-К.

Автоматическая аппаратная начальная выборка происходит следующим образом. При $ЕТНВ = 1$ и отсутствии ВБР-К устанавливается в состояние 1 триггер РАЗРЕШ СРВ АДР (рис. 5.15, е), блокирующий передачу кода команды в регистр GRG0, благодаря чему в GRG0 сохраняется адрес УВВ для последующего сравнения с адресом, полученным от самого устройства. Установка в состояние 1 ЕТНВ разрешает пуск ЛЗ на 350 нс. По истечении этого времени устанавливается сигнал АДР-К на линии интерфейса (рис. 5.15, ж) и, таким образом, обеспечивается необходимая задержка между адресом, поступающим на ШИН-К, и сигналом АДР-К. Сигнал АДР-К ИНТ блокирует вход в ЛЗ, и спустя 350 нс сбрасывается сигнал ВЫХ ЛЗ 350 НС. При установленных АДР-К, ЕТНВ и при сброшенном ВЫХ ЛЗ 350 НС устанавливается триггер УЛЗ (рис. 5.15, з), вновь возбуждающий вход ЛЗ. Спустя 350 нс по совпадению УЛЗ и ВЫХ ЛЗ 350 НС устанавливается триггер ВБР-К (рис. 5.15, и). и вырабатываются интерфейсные сигналы ВБР-К и РВБ-К.

Возможные ответы устройства управления УВВ.

1. Ответный сигнал ВБР-А поступает, если не обнаруживается УВВ с адресом, равным адресу ШИН-К. В этом случае управление передается микропрограмме GSES, сбрасывающей в ноль ЕТНВ и РВБ-К. Если сигнал ВБР-А получен при начальной выборке в результате выполнения SIO или TIO, микропрограмма GSES устанавливает признак результата 3, чем завершается выполнение команды ввода-вывода. Если ВБР-А получен во время выборки при выполнении цепочки команд, управление передается микропрограмме обработки ошибок СК (GSER).

2. Ответный сигнал УПР-А поступает при занятости устройства управления УВВ, означая невозможность выполнения новой операции. В этом случае управление передается микропрограмме GSES, которая принимает байт состояния с ШИН-А в регистр GRGR, а потом пересылает его в регистр GCO, сбрасывая ЕТНВ и РВБ-К. Если выполняется команда ввода-вывода, то сбрасывается триггер ЕТХХ, а управление передается микропрограмме записи состояния GSSS для записи получаемого БС. Выполнение команды ввода-вывода завершается с признаком результата, равным 1. При исполнении цепочки команд микропрограмма GSES устанавливает разряд СБИ в регистре состояния СК и передает управление микропрограмме обработки ошибок СК.

3. Ответный сигнал РАБ-А показывает, что устройство опознало свой адрес и может приступить к выполнению новой операции. РАБ-А сбрасывает АДР-К, после чего УВВ устанавливает в ШИН-А свой адрес, сопровождая его адресом АДР-А. Получение АДР-А сбрасывает триггер УЛЗ, что блокирует вход ЛЗ. Спустя 350 нс сбрасывается и ВЫХ ЛЗ 350 НС. За 350 нс, проходящие до сброса ВЫХ ЛЗ 350 НС, выполняется сравнение адреса, полученного от УВВ по ШИН-А, с адресом, посланным каналом и находящимся в GRGO. При их несовпадении принимает состояние 1 триггер НЕСРВ АДР (рис. 5.15, к), в результате чего блокируется дальнейшее развитие процесса начальной выборки (блокируется установка УПР-К) и вырабатывается заявка на микропрограммное прерывание типа 1. При совпадении адресов, после сброса сигнала ВЫХ ЛЗ 350 НС сбрасывается РАЗРЕШ СРВ АДР, снимается блокировка занесения кода команды в GRGO и одновременно запускается ЛЗ (рис. 5.15, а, е). Спустя 350 нс принимает состояние 1 триггер УПР-К (рис. 5.15, м), блокирующий дальнейший пуск ЛЗ, а спустя еще 350 нс, сбрасывается ВЫХ ЛЗ 350 НС.

Параллельно с аппаратной выборкой микропрограммно устанавливается в состояние 1 и триггер СЧ ГОТОВ (рис. 5.15, н), указывающий на то, что микропрограмма загрузила последнюю часть УСУ в локальную память и подготовила все необходимое для начала обмена данными.

По получении УВВ сигнала УПР-К сбрасывается сигнал АДР-А, по которому, в свою очередь, сбрасывается сигнал УПР-К. В ответ УВВ посылает БСУ и устанавливает сигнал УПР-А. Наличие УПР-А при сброшенном сигнале ИНФ-К производит новое задействование ЛЗ (рис. 5.15, л). Одновременно производится аппаратный анализ полученного БСУ. Спустя 350 нс, сигнал ВЫХ ЛЗ 350 НС устанавливает триггер ЕТСОСТ (рис. 5.15, о). Выходной сигнал ЕТСОСТ блокирует вход ЛЗ и разрешает установку ИНФ-К (рис. 5.15, п), если полученный БСУ оказался равным нулю. В этот момент на ШИН-К устанавливается нулевая информация. Сигнал установки ИНФ-К сбрасывает ЕТНВ, сообщая тем самым микропрограмме, что начальная выборка завершена. УВВ отвечает на сигнал ИНФ-К сбросом УПР-А, в результате чего канал сбрасывает сигнал ИНФ-К и триггер ЕТСОСТ.

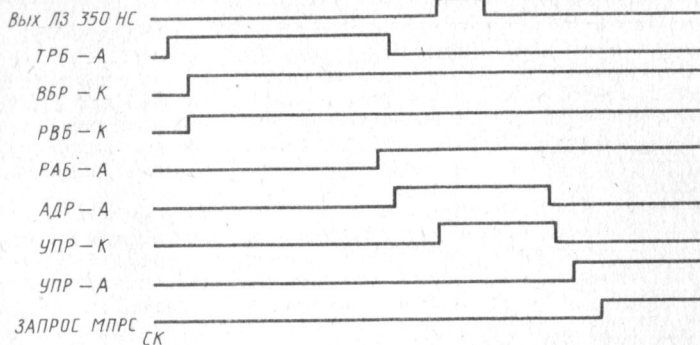


Рис. 5.16. Временная диаграмма выборки по инициативе УВВ

5.3.7. Выборка по инициативе устройства ввода-вывода

Если УВВ нуждается в обслуживании каналом, то оно делает запрос сигналом по линии ТРБ-А. Если канал в это время не связан с другим УВВ (отсутствует РАБ-А, сброшены ЕТСК ZAGR и ЕТХХВТ), то устанавливается сигнал ВБР-К (рис. 5.15, *p*) и возбуждается линия РВБ-К. УВВ, пославшее ТРБ-А (или УВВ с наибольшим приоритетом, если ТРБ-А послали несколько УВВ), по получении ВБР-К и РВБ-К, устанавливает РАБ-А в состояние 1 и помещает на ШИН-А адрес, сопровождаемый АДР-А. При получении АДР-А канал вырабатывает сигнал GRGR : = АДР, под управлением которого адрес с ШИН-А заносится в регистр GRGR, задействуя при этом ЛЗ. Спустя 350 нс при условии, что в адресе на ШИН-А нет ошибки по нечетности, УПР-К принимает состояние 1 (рис. 5.15, *c*). Это приводит к сбросу АДР-А. Нулевое значение АДР-А приводит к сбросу УПР-К в канал. УВВ выдает на ШИН-А байт состояния, сопровождаемый сигналом УПР-А. Получение УПР-А каналом вызывает установку в МПРС заявки на прерывание типа 3.

При такой последовательности не устанавливаются в состояние 1 ЕТСОСТ и сигнал ИНФ-К. После осуществления микропрограммного прерывания микропрограмма GSTR устанавливает сигнал УПР-К (рис. 5.15, *m*) и сбрасывает сигнал РВБ-К. УВВ сбрасывает сигнал УПР-А, в ответ на что канал сбрасывает сигнал УПР-К. Таким образом, выборка по инициативе УВВ завершается.

Временная диаграмма выборки по инициативе УВВ показана на рис. 5.16.

5.3.8. Буфер данных селекторного канала

Буфер данных (БД) СК состоит из восьми однобайтных регистров: GRGR, GRB6, GRB5, ... GRB0 (рис. 5.17). В регистр GRGR поступает информация из ОП и УВВ (аппаратно, по

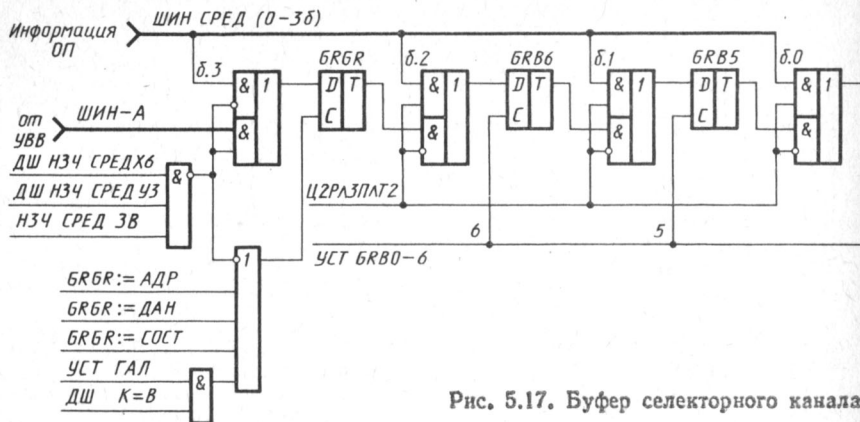


Рис. 5.17. Буфер селекторного канала

ШИН-А). Перемещение информации в буфере производится от GRGR к GRB0.

При операции записи (вывода) данных информация из ОП поступает по ШИН-СРЕД в GRGR GRB6, GRB5 и GRB4 и, перемещаясь через буфер, последовательно выдается через GRG0 в ШИН-К.

При операции чтения (ввода) информация с ШИН-А побайтно поступает в регистр GRGR и передается в буфер. При заполнении «передней части» буфера (GRB3, GRB2, GRB1 и GRB0) накопленное слово по ШИН-СК записывается в ОП.

Каждому регистру буфера соответствуют два триггера управления сдвигом информации в буфере (рис. 5.18):

основные триггеры фиксирования информации ETGRF, ETBF6, ETBF5, ..., ETBF0. Их единичное состояние означает, что соответствующий регистр буфера заполнен и занесение в него новой информации невозможно;

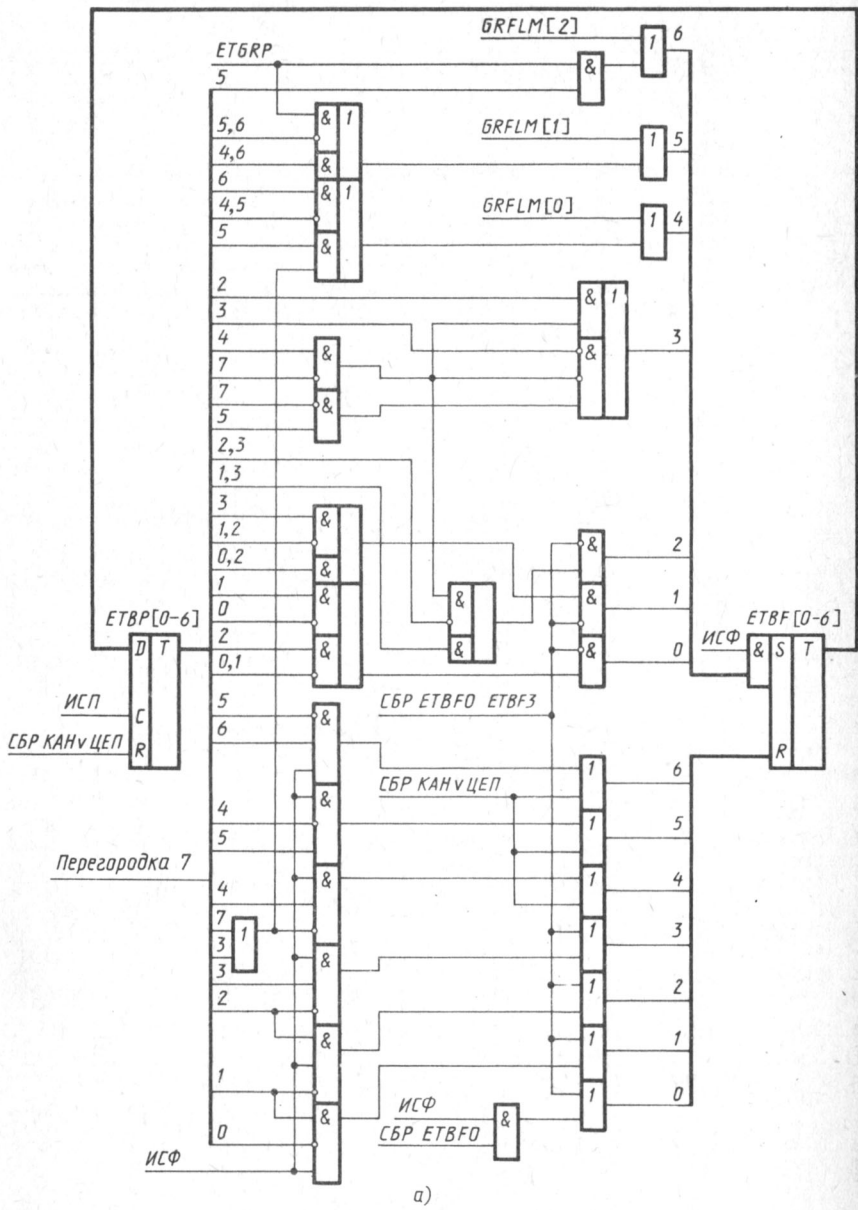
вспомогательные триггеры ETGRP, ETBR6, ETBR5, ..., ETBR0, которые обеспечивают сохранение состояний основных (фиксирующих) триггеров во время их переключения.

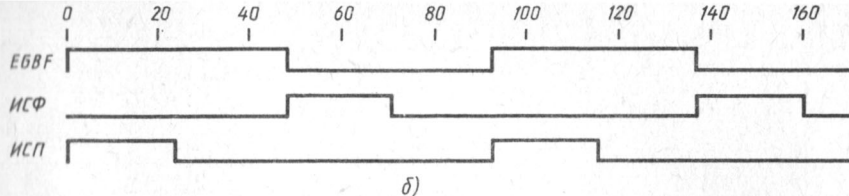
Сдвиг информации в буфере за один такт производится или в соседний регистр, или через один регистр. Схема определения сдвига использует состояния вспомогательных триггеров, чтобы установить новые состояния основных триггеров для фиксации результата сдвига (рис. 5.18, а). Схема синхронизации буфера управляется импульсами генератора EGBF и вырабатывает две серии импульсов — ИСП и ИСФ (рис. 5.18, б).

При чтении байта данных, посланного УВВ, он поступает к регистр GRGR и одновременно устанавливается в состояние 1 триггер ETGRF, после чего байт сдвигается в передние регистры буфера. Заявка на разделенный цикл подается, когда в буфере находятся хотя бы четыре байта ($GCTB[1] = 1$) и триггер ETBR1 находится в состоянии 1, указывая тем самым, что к моменту выполнения разделенного цикла регистры GRB3 — GRB0 заполнены (рис. 5.18, в — левый).

В начале чтения возможно, что адрес, определенный CCW, не попадает на целочисленную границу слова. Специальная схема «выравнивания по границе»

GRB3—GRB0 пусты, число байт в буфере определяется по состоянию основных фиксирующих триггеров: ETGRF, ETBF6, ETBF5 и ETBF4. (Двоичное число, соответствующее этому состоянию, специальной схемой заносится в основной регистр, и увеличенным на единицу — во вспомогательный — *прим. перев.*)





ИСФ	GR6R	GRB6	GRB5	GRB4	GRB3	GRB2	GRB1	GRB0	ИСФ	GR6R	GRB6	GRB5	GRB4	GRB3	GRB2	GRB1	GRB0	GRG0
1	1						X	X	1	5	4	3	2				1	0
2			1				X	X	2	5	4	3			2		1	1
3					1		X	X	3	5	4			3		2		1
4						1	X	X	4	5			4		3		2	1
5	2					1	X	X	5			5		4		3	2	1
6			2			1	X	X	6				5		4	3	2	2
7					2	1	X	X	7					5	4	3		2

в)

Запрос на ЦР

Запрос на ЦР

Рис. 5.18. Управление сдвигом информации в буфере селекторного канала

При каждом поступлении байта данных по ШИН-А в GRGR и последующем заполнении какого-либо из регистров GRB3—GRB0 регистрация этого счетчиком GCTB [0—3] осуществляется путем ввода содержимого вспомогательного регистра в основной. (Затем число во вспомогательном регистре увеличивается на 1 и т. д. — прим. перев.)

5.3.10. Регистр содержимого счетчика байтов операции ввода-вывода

Четырехразрядный регистр GRGCL [0—3] (рис. 5.19) отражает состояние счетчика байтов операции ввода-вывода, находящегося в УСУ СК и хранящегося в регистре GC ЛП. Начальная установка GRGCL производится при занесении содержимого разрядов счетчика CCW, находящегося в ОП, в регистр GC ЛП.

Содержимое GRGCL модифицируется согласно тому, как в регистре G производится каждое уменьшение текущего значения счетчика байтов в ходе обмена СК с памятью. Этот обмен происходит во время разделенного цикла, а модификация GRGCL — по содержимому GRZ АЛУ во время Ц2Р. В конце второго ЦР состояние GRZ отражает уменьшение счетчика байтов в УСУ. В GRGCL [2, 3] содержатся два младших разряда этого счетчика байтов в УСУ. Разряды GRGCL [0, 1] принимают значение 1, если GC3 [4, 5] = 11 или если имеется хотя бы одна единица в старших 12 разрядах счетчика байтов (GRGC2 [0—7] и GRGC3 [0—3]).

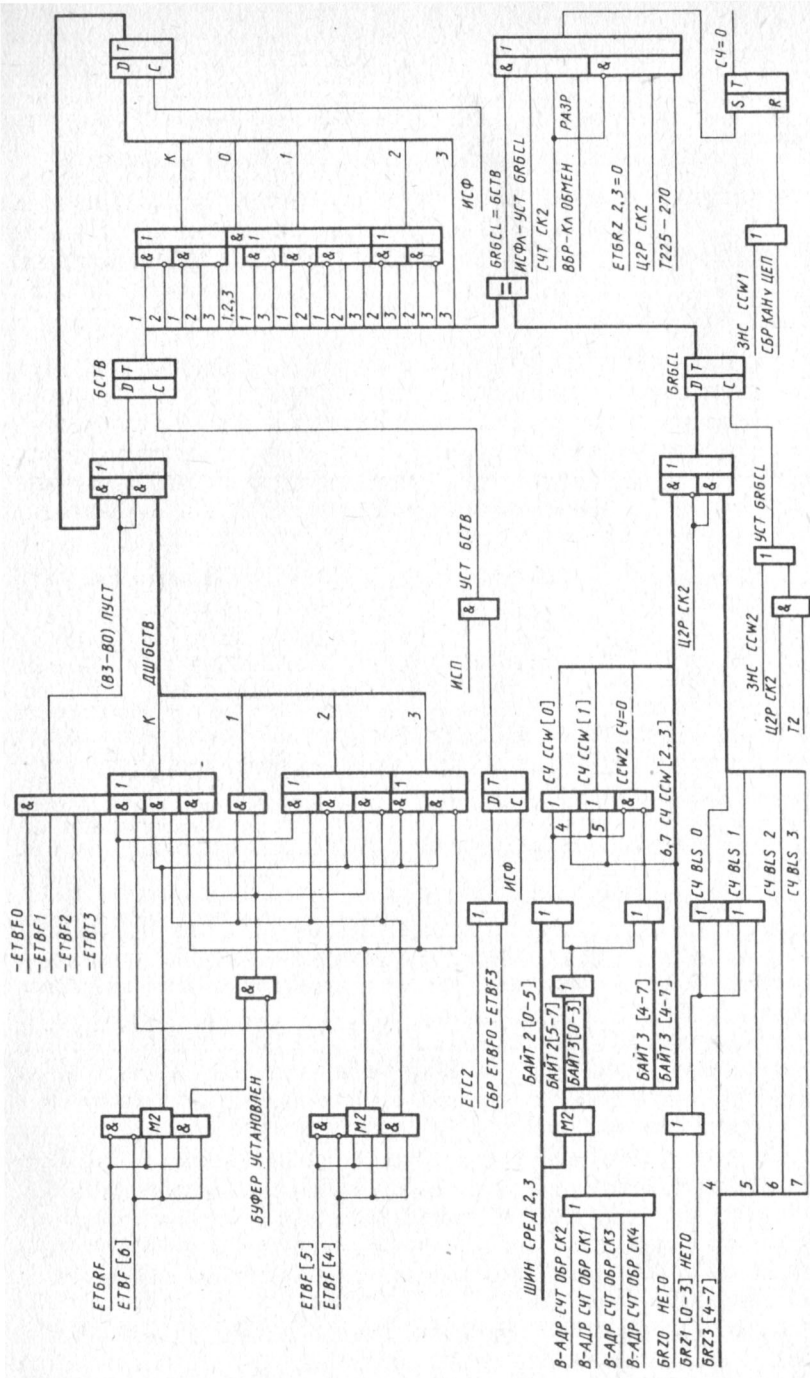


Рис. 5.19. Счетчики ГСТВ и GRCL

Содержимое GRGCL используется для обнаружения момента поступления в канал всех требуемых байтов, заданных в начальном состоянии счетчика CCW (учитываются и находящиеся в буфере, но еще не записанные в ОП байты). Это выявляется через сравнение содержимого GRGCL, когда в нем находится число, меньшее или равное 9, с числом в счетчике байтов GCTB буфера. При совпадении содержимых двух счетчиков вырабатывается сигнал $СЧ = 0$, определяющий завершение обмена данными между УВВ и СК при условии, что отсутствует цепочка данных.

5.3.11. Обмен данными

Обмен данными в СК можно рассматривать состоящим из двух параллельно протекающих процессов. Первый из них состоит в побайтной передаче данных между УВВ и СК, а второй — в передаче данных между СК и ОП (обычно по одному слову, а в начале и конце выполнения команды ввода-вывода возможна передача и части слова). Обмен между УВВ и СК происходит по инициативе УВВ.

При чтении, когда в канале триггеры СЧТ и ПРИЕМ установлены в состояние 1, УВВ помещает байт данных в ШИН-А и возбуждает ИНФ-А. Если регистр GRGR свободен, по ИНФ-А вырабатывается сигнал $GRGR := ДАН$, под управлением которого данные с ШИН-А поступают в GRGR. Спустя 100 нс после появления ИНФ-А вырабатывается сигнал ОБСЛУЖ ЗДР, который совместно с ИНФ-А приводит ИНФ-К в состояние 1, сигнализируя УВВ, что байт данных каналом принят. Через 10 нс после появления ИНФ-К сбрасывается $GRGR := ДАН$. Получив ИНФ-К, УВВ сбрасывает ИНФ-А, в результате чего СК сбрасывает ИНФ-К. Когда УВВ определяет, что канал снял ИНФ-К, возможна новая активизация ИНФ-А для передачи следующего байта данных. Некоторые УВВ для ускорения обмена используют интерфейсный сигнал ДАН-А. Ускорение достигается благодаря тому, что УВВ может активизировать ДАН-А сразу после сброса ИНФ-А, без ожидания снятия сигнала ИНФ-К. Канал на ДАН-А отвечает сигналом ДАН-К.

По сигналу ОБСЛУЖ ЗДР устанавливается в состояние 1 триггер ETGRF, указывая на заполнение GRGR. Байт данных из GRGR сдвигается либо в GRB5, если $ETBF6 = 0$ и $ETBF5 = 0$, либо в GRB6, если $ETBF6 = 0$, а $ETBF5 = 1$, или остается в GRGR, если $ETBF6 = 1$. При заполнении GRB3 — GRB0 канал выдает заявку на разделенный цикл (ЦР), во время которого происходит обмен данными между СК и ОП.

При выполнении операции ЗАПИСЬ в канале устанавливается в состояние 1 триггер ETOUT. Для получения байта данных УВВ возбуждает ИНФ-А. Если $ETBF0 = 1$, то по ИНФ-А заполняется GRG0 (ШИН-К). Спустя 100 нс вырабатывается ОБСЛУЖ ЗДР, который вместе с ИНФ-А приводит в состояние 1 ИНФ-К, сигнализируя УВВ о помещении данных на ШИН-К.

Обмен между СК и ОП происходит по инициативе СК. Как только СК оказывается готов к обмену данными с памятью (в буфере накоплено достаточно информации для чтения, которую требуется записать в ОП или буфер достаточно освобожден при записи и требуется получить новые данные из ОП), вырабатывается сигнал ЗАПРОС ЦР СК.

При одновременном поступлении заявок на ЦР от нескольких селекторных каналов приоритет их обслуживания устанавливается

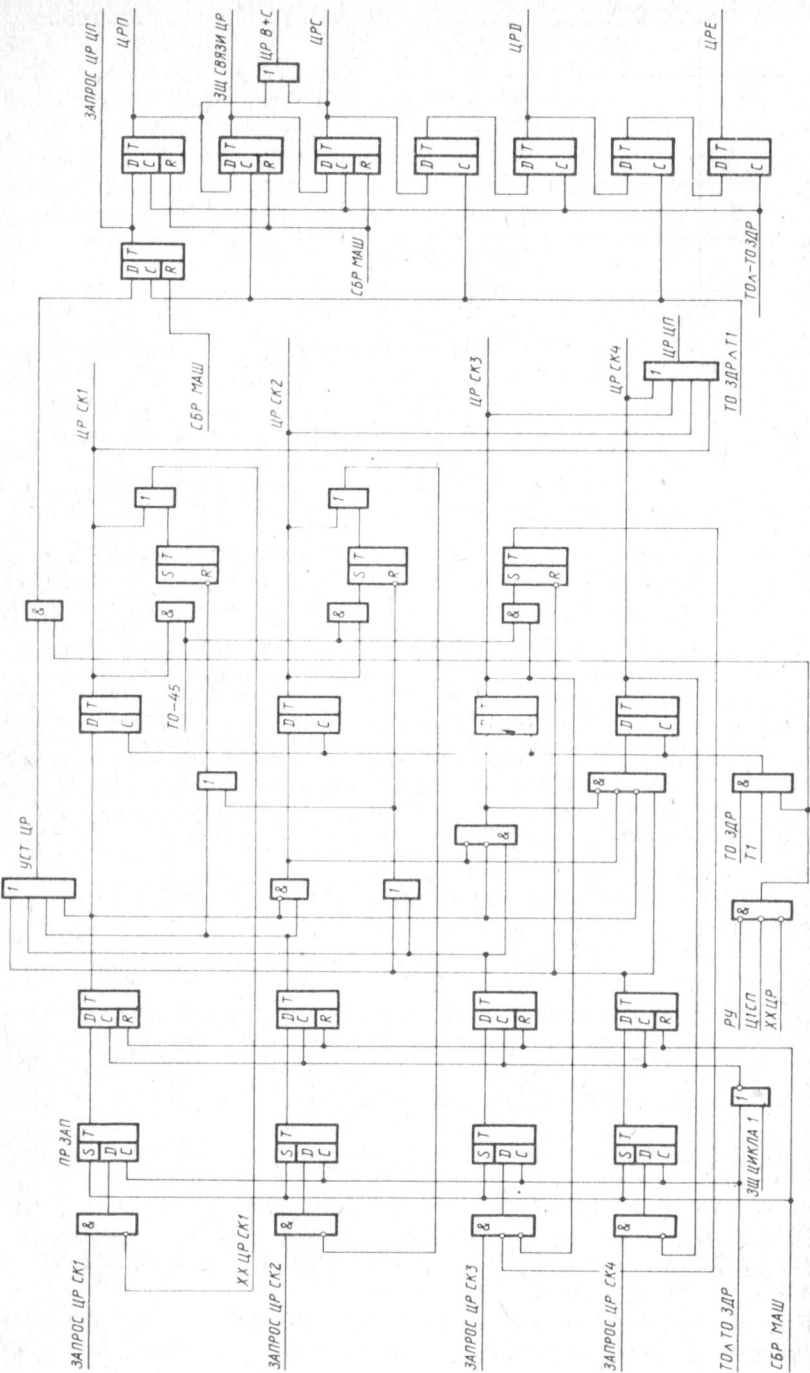


Рис. 5.20. Управление разделенными циклами

Регистр GRC

	Байт 0	Байт 1	Байт 2	Байт 3
	0 1 2 3 4 5 6 7	0 1 2 3 4 5 6 7	0 1 2 3 4 5 6 7	0 1 2 3 4 5 6 7
ЗАПИСАТЬ (ETOUT)	0 1 0 0 0 0 0 0	1 0 1 1 1 0 0 0	0 0 0 0 1 1 0 0	0 0 0 0 1 0 0 0
ЧИТАТЬ С БЛОКИРОВКОЙ ЗАПИСИ В ОП (SKIP)	0 1 0 0 1 0 0 0	1 0 0 0 0 1 0 0	0 0 0 0 1 1 1 0	0 0 0 0 1 0 0 0
ЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ (ETINB)	0 1 0 0 1 0 0 0	1 0 0 0 1 1 0 0	0 0 0 0 1 1 0 0	0 0 0 0 1 0 0 0
ЧИТАТЬ В ПРЯМОМ НАПРАВЛЕНИИ (ETINF)	0 1 0 0 1 0 0 0	1 0 0 0 1 0 0 0	0 0 0 0 1 1 0 0	0 0 0 0 1 0 0 0



Рис. 5.21. Содержимое регистра микрокоманд GRC при разделенных циклах

в следующем порядке: СК1, СК2, СК3 и в последнюю очередь — СК4 (рис. 5.20). Схема приоритета организована так, что ни один СК не может получить разделенный цикл непосредственно вслед за разделенным циклом, предназначенным для обслуживания этого же канала. Подобная схема приоритета гарантирует, что ни один канал не может получать сразу более одного ЦР, если имеются заявки на ЦР от других каналов. Например, если СК1, СК2, СК3 и СК4 одновременно подали заявки на ЦР, то первым выполняется ЦР для СК1, затем ЦР для СК2. Если за время обмена с СК2 СК1 вновь запросит ЦР, то независимо от этого третий ЦР будет предоставлен СК3, а четвертый — СК4, и только после этого — СК1.

Сигнал ЦР вызывает выработку сигнала ЦР ЦП, указывающего ЦП, что следующий машинный цикл будет разделенным, т. е. аппаратура ЦП будет использоваться (разделяться) для обслуживания канала. Сигнал ЦР ЦП блокирует занесение считанной из УП микрокоманды в регистр микрокоманд GRC. Вместо нее в GRC заносится аппаратно сформированная константа, которая дешифруется как микрокоманда типа ПАМЯТЬ. Адрес УП, по которому была прочитана незанесенная в регистр GRC микрокоманда, сохраняется в регистре GRN, что позволяет по окончании обслуживания канала продолжить прерванную работу процессора. Константа, поступающая в GRC из СК, зависит от операции ввода-вывода: ЗАПИСАТЬ (ETOUT), ЧИТАТЬ С БЛОКИРОВКОЙ ЗАПИСИ В ПАМЯТЬ (SKIP), ЧИТАТЬ В ПРЯМОМ НАПРАВЛЕНИИ (ETINF) или ЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ (ETINB) (рис. 5.21).

Вырабатывается также сигнал ПОТЕНЦИАЛ СК соответствующего канала, обеспечивая адресацию регистров соответ-

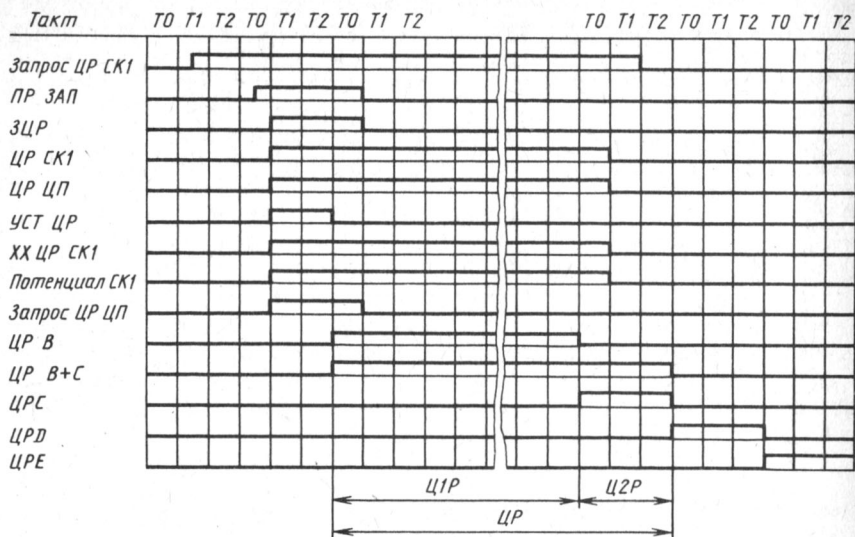


Рис. 5.22. Временная диаграмма разделенного цикла

ствующего канала в ЛП, РЛП или специальных регистрах. Сигнал ЗАПРОС ЦР ЦП активизирует цепь триггеров, вырабатывающих сигналы ЦРВ, ЦРС, ЦР В+С, ЦРД и ЦРЕ для определения временной диаграммы разделенного цикла (рис. 5.22).

Выполнение ЦР при чтении

В Ц1Р слово данных из буфера (регистры GRB3—GRB0) через коммутатор чтения в прямом или обратном направлении и через ассемблер канала поступает на вход GRA в АЛУ. С выхода GRA по шинам ШИН ДАН оно передается в ОП для записи. Определение байтов этого слова, подлежащих записи, производится по маске в регистре GRFLM. Адрес записи данных считывается из GRGDRL в регистр GRB АЛУ и передается в регистр GRM для адресации ОП.

В течение Ц1Р этот адрес в АЛУ увеличивается (при обратном чтении уменьшается) на число, находящееся в GRFLM и равное числу записываемых байтов. Модифицированный адрес в АЛУ записывается в GRZ, затем передается в GRD, а отсюда — вновь в GRGDRL.

В Ц2Р содержимое счетчика байтов выбирается из регистра GRGC ЛП и подается на вход GRB АЛУ. Уменьшенное затем на число записанных байтов (определяется содержимым GRFLM), оно поступает в GRZ. По содержимому регистра GRZ модифицируется содержимое счетчика GRGCL. В Ц2Р адрес следующей микрокоманды, которая должна была выполняться, если бы не ЦР, передается из GRN в GRM и далее в УП для ее считывания. Цикл выполнения этой следующей микрокоманды проходит при флажковом сигнале ЦРД. Во время ЦРД модифицированный счетчик из регистра GRZ передается в регистр GRD и оттуда возвращается в ЛП в регистр GRGC. Если при чтении (вводе данных) установлен в состояние 1 флажок SKIP, то в ЦР не производится модификация адреса данных ($GRC1[4,5] = 01$) и блокируется запись в ОП ($GRC2[6,7] = 10$).

При записи отличие от действий, выполняемых при чтении, заключается только в направлении перемещения информации в тракте «Буфер СК — ОП». Данные, считанные из ОП, поступают через ассемблер GSDB0 по ШИН СРЕД в регистры GRGR, GRB6, GRB5 и GRB4. Триггеры заполнения регистров буфера ETGRF, ETBF6, ETBF5 и ETBF4 устанавливаются в состояние 1 под действием управляющих сигналов от разрядов регистра маски GRFLM. Все остальные действия по модификации адреса данных и счетчика байтов аналогичны производимым в ЦР при чтении.

5.3.12. Флажковый регистр байтов, записываемых в ОП или передаваемых в УВВ

Регистр GRFLM [3—0] содержит четыре триггера — по одному на каждый байт слова, передаваемого по тракту «ОП — буфер СК». Единичное состояние соответствующего триггера показывает, что данный байт подлежит записи в ОП при чтении или передаче в УВВ при записи.

Содержимое GRFLM в зависимости от типа операции, адреса данных и числа байтов в буфере показано в табл. 5.4.

Содержимое GRFLM определяется следующими условиями

Тип операции: прямое или обратное чтение либо запись зависят от трех триггеров ETINF, ETINB и ETOUT. При прямом чтении установлен в состояние 1 ETINF, при обратном чтении — ETINB, а при записи — ETOUT.

5.4. Содержимое регистра GRFLM

Число байтов в буфере ORGCL [1—3]	Адрес данных GRGDRL3 [6, 7]	Содержимое GRFLM [0—3]		
		Прямое чтение [ETINF]	Обратное чтение [ETINB]	Запись [ETOUT]
001	00	1000	1000	1000
	01	0100	0100	0100
	10	0010	0010	0010
	11	0001	0001	0001
010	00	1100	1000	1100
	01	0110	1100	0110
	10	0011	0110	0011
	11	0001	0011	0001
011	00	1110	1000	1110
	01	0111	1100	0111
	10	0011	1110	0011
	11	0001	0111	0001
1XX	00	1111	1000	1111
	01	0111	1100	0111
	10	0011	1110	0011
	11	0001	1111	0001

Расположение данных в ОП по отношению к делочисленной границе слова. Это зависит от адреса данных, а точнее — от двух младших разрядов GRGDL 3 [6, 7].

Счет байтов в буфере. Число байтов в буфере указывается трехразрядным счетчиком GRGCL. Если в буфере более четырех байтов ($GRGCL [1-3] = 1XX_2$), содержимое, формируемое в GRFLM для различных ситуаций, совпадает с его содержимым при четырех байтах в буфере, поскольку обмен с ОП производится четырьмя байтами.

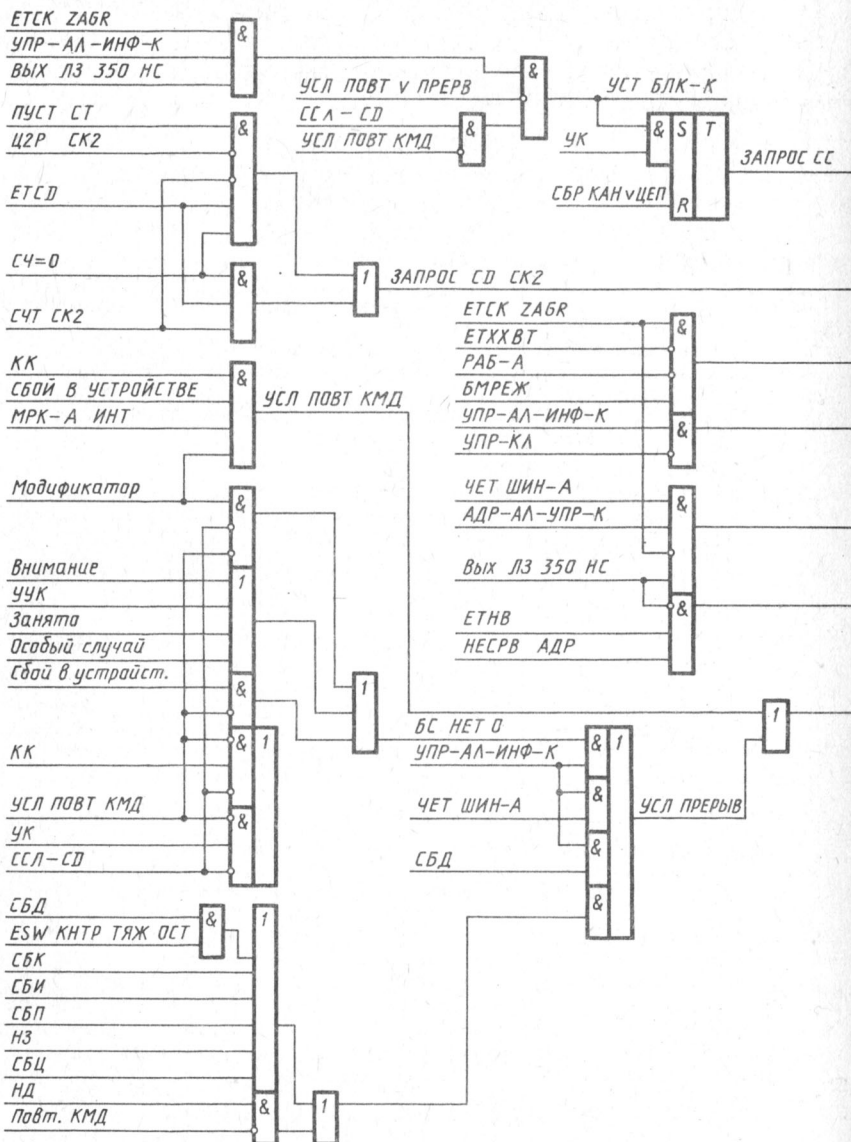
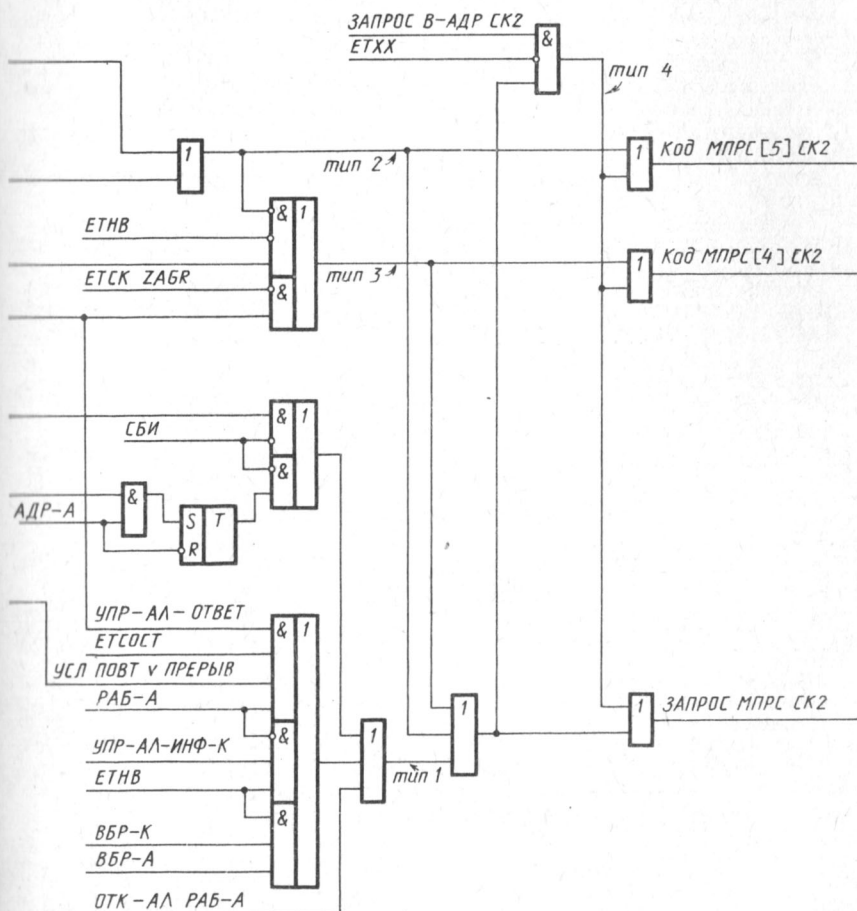


Рис. 5.23. Схема выработки запроса на микропрограммную приостановку

5.3.13. Микропрограммные приостановки селекторного канала

Селекторный канал использует микропрограммные приостановки как средство запуска канальных микропрограмм обработки различных условий, возникающих в СК в процессе операций ввода-вывода, которые не могут быть обработаны самостоятельно аппаратурой СК. Это, например, обработка байта состояния при завершении операции, извлечение следующего ССВ из ОП и занесение его в УСУ соответствующего СК и др. При возникновении в СК условий, требующих микропрограммной обработки, вырабатывается сигнал ЗАПРОС МПРС.



Тип заявки и соответственно аппаратно формируемый начальный адрес микропрограммы обработки заявки определяются комбинацией сигналов КОД МПРС [4, 5] (табл. 5.5).

Запрос на МПРС типа 1 (рис. 5.23) устанавливается в СК в следующих случаях:

5.3. Начальные адреса микропрограмм обработки приостановки

Тип заявки	Код МПРС [4, 5]	Идентификатор микропрограммы	Начальный адрес микропрограммы	
			для СК1 ... СК3	для СК4
1	00	GSES	D120	D100
2	01	GSTR	D124	D104
3	10	GSTR	D128	D108
4	11	GSTR	D12C	D10C

при начальной выборке в ответ на ВБР-К получен ВБР-А;
при начальной выборке в ответ на ВБР-К получен УПР-А;
от работающего УВВ получен сигнал ОТК-А;
адрес УВВ, помещенный на ШИН-А во время начальной выборки или вы-
борки по инициативе УВВ, имеет неправильный контрольный разряд;
при начальной выборке полученный от УВВ адрес не совпадает с адресом,
посланным каналом;

в канале получен байт состояния в момент, когда в канале имеется условие
для прерывания или повторения ССВ.

Условия приостановки возникают в следующих случаях:

от УВВ получен БС с признаком МОДИФИКАТОР, а отсутствует цепочка
команд или условие повторения ССВ;

от УВВ получен БС с признаком ВНИМАНИЕ, УСТРОЙСТВО УПРАВ-
ЛЕНИЯ КОНЧИЛО, ЗАНЯТО или ОСОБЫЙ СЛУЧАЙ;

от УВВ получен БС с признаком СБОЙ В УСТРОЙСТВЕ и нет условия
повторения ССВ;

от УВВ получен БС с признаком КАНАЛ КОНЧИЛ или УСТРОЙ-
СТВО КОНЧИЛО и нет цепочки команд или условия повторения ССВ;

от УВВ получен БС с неправильным контрольным разрядом;

установлена 1 в одном из следующих разрядов регистра состояния СК:
СВК, СБИ, СВЦ, СВП, НЗ;

установлена 1 в разряде СБД регистра состояния СК при нахождении пере-
ключателя УПР КОНТРОЛЕМ инженерного пульта ЕС 1035 в положении

Т. ОСТ или же установлен в состоянии 1 СБД при получении БС от УВВ;

установлена 1 в разряде НД регистра состояния СК и переключатель УПР.
КОНТРОЛЕМ инженерного пульта находится в положении Т. ОСТ.

Запрос МПРС типа 2 (см. рис. 5.23) вырабатывается в следующих случаях:
при чтении цепочки данных, когда сбрасывается счетчик байтов (сигнал
СЧ = 0);

при записи цепочки данных, когда сбрасывается счетчик байтов и свободны
регистры GRGR, GRB6 — GRB4;

установлен флажок СС, отсутствует флажок СД и условие повторения ССВ
или прерывания и получен от УВВ БС с признаком УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО.

Запрос МПРС типа 3 (см. рис. 5.23) устанавливается, когда при работе
в блок-мультиплексном режиме требуется загрузить или записать в УП управля-
ющее слово УСУ (сигнал ЗАП), а также и при выборке по инициативе УВВ,
когда получен БС.

Запрос на МПРС типа 4 (см. рис. 5.23) устанавливается при использовании
косвенной адресации данных в канале, при завершении обмена с текущей стра-
ницей ОП (сигнал GRGDBRL ПУСТ) и при отсутствии заявок МПРС типа 1, 2, 3.

5.3.14. Приоритеты МПРС селекторных каналов

Блок приоритета запросов на МПРС (рис. 5.24) действует так,
что если несколько СК выдают одновременные запросы на МПРС,
то в первую очередь обрабатывается МПРС канала, имеющего

наибольший приоритет, затем МПРС следующего по приоритету канала и т. д. Если в это время возникает новый запрос от имеющего больший приоритет канала, то он блокируется до удовлетворения всех пришедших до него запросов.

Исключение делается только для МПРС типа 4, которое блокируется запросами другого типа даже от каналов, имеющих низкий приоритет, т. е. запрос на МПРС типа 4 обслуживается при отсутствии запросов другого типа (1, 2 или 3) в каналах низшего приоритета. Кроме того, запрос на МПРС типа 4 является единственным, который может возникать одновременно с запросами другого типа в одном и том же канале.

На рис. 5.24 показано, как блокируется установка КОД МПРС [4, 5] = 11 при наличии запросов типа 1, 2 или 3.

По возможности прерывания одних микропрограммных МПРС другими микропрограммными МПРС СК селекторные каналы можно разделить на две группы.

Первая группа — СК1, СК2 и СК3. Маской микропрограммных прерываний трех каналов является GRN [3]. Обработка МПРС каналов СК1, СК2 или СК3 не может быть прервана запросом на новое микропрограммное прерывание для обслуживания другого селекторного канала.

Вторая группа — СК4. Маской микропрограммного прерывания СК4 является GRN [4]. Обработка МПРС СК4 может быть прервана микропрограммой обслуживания запросов от СК1, СК2 или СК3.

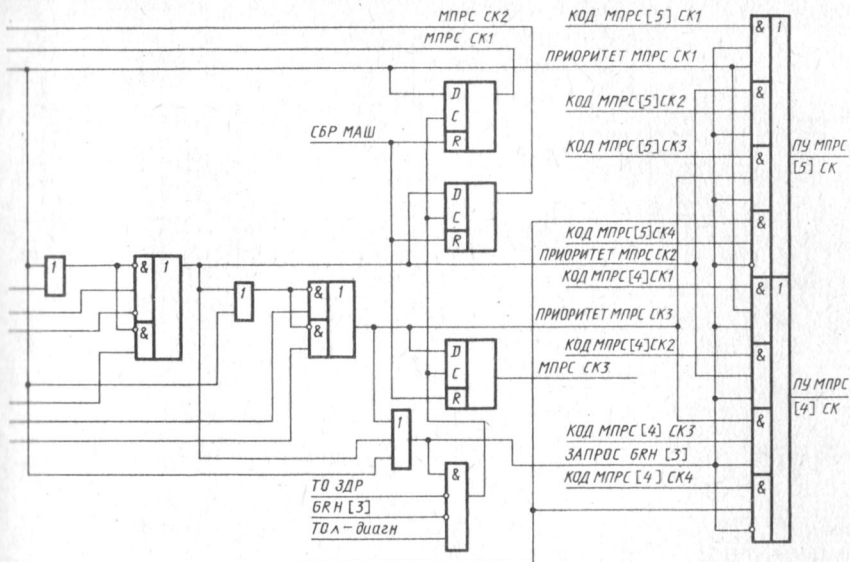
5.3.15. Особенности ускорения селекторного канала СК1 по сравнению с другими селекторными каналами

Основная особенность ускорения селекторного канала СК1 от остальных селекторных каналов заключается в увеличении и ускорении работы буфера, а также в возможности установки безусловно наивысшего приоритета при обслуживании запросов на ЦР от СК1.

Буфер данных СК1 содержит десять однобайтных регистров: GRGR, GRB8, GRB7, ..., GRB0 (рис. 5.25).

Буфер представляет собой две параллельные группы регистров, взаимная коммутация которых зависит от наличия сигнала КРЕСТ.

При отсутствии этого сигнала одна группа формируется из регистров GRGR, GRB7, GRB5, GRB3 и GRB1, а другая — из GRB8, GRB6, GRB4, GRB2, GRB0. При наличии сигнала КРЕСТ первая группа составляется из GRGR, GRB7, GRB5 и GRB2 и GRB0, а вторая из GRB8, GRB6, GRB4, GRB3 и GRB1. Перемещение информации в двух группах происходит одновременно и независимо друг от друга. Информация с ШИН-А принимается аппаратно в регистры GRGR и GRB8, причем в GRB8 принимаются только данные. Адреса УВВ и БС всегда поступают в GRGR. На ШИН-К (регистр GRG0) информация поступает



очередным подключением GRB0 и GRB1 к GRG0 производится триггером ЕТОС. Первый байт операции ввода-вывода всегда выбирается из GRB0. Триггер ЕТОС управляет сбросом триггеров заполнения буфера (ЕТВФ0 и ЕТВФ1). При записи первый запрос на ЦР вырабатывается еще во время начальной выборки. Считанная во время этого разделенного цикла информация из ОП не сдвигается в буфере до завершения начальной выборки.

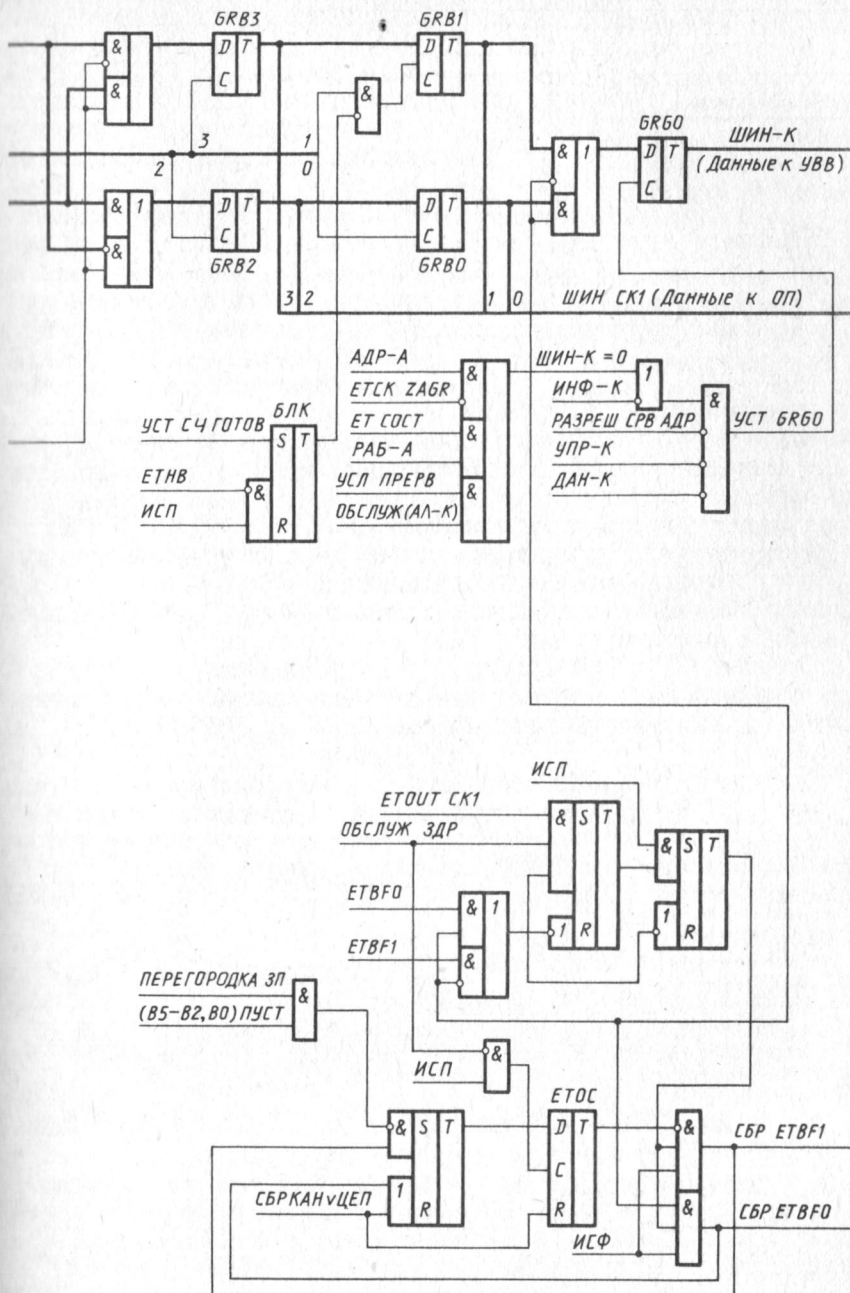
В блоке приоритета селекторных каналов имеется микропереключатель, позволяющий устанавливать безусловно наивысший приоритет запроса на разделенный цикл СК1. Благодаря этому обеспечивается скорость передачи данных в СК1, равная 1 Мбайт/с.

5.3.16. Блок-мультиплексный режим работы селекторных каналов

Все селекторные каналы ЕС 1035 могут работать в *блок-мультиплексном режиме*. Эта возможность обеспечивается основной микропрограммой блок-мультиплексного режима GSLD. Общая возможность работы селекторных каналов в этом режиме определяется нулевым битом нулевого управляющего регистра ЦП ($GR0[0] = 1$). При сбросе системы этот бит становится равным нулю, но вслед за этим его значение может быть изменено программой.

Блок-мультиплексный режим дает возможность рационально использовать канал при работе с быстродействующими УВВ, которые могут при определенных обстоятельствах отключаться от канала для выполнения самостоятельных действий. Это позволяет использовать непроизводительно занятый канал после





Ключ защиты	Адрес следующего ССВ
0	7 8 31

Признаки	Состояние канала	Счетчик байтов
32	39	47 63

32 – ПОВТОРЕНИЕ КОМАНД

33 – ЦЕПОЧКА КОМАНД

34 – ПОДКАНАЛ ХРАНИТ ПРЕРЫВАНИЕ

35 – ПОДКАНАЛ АКТИВЕН

Рис. 5.26. Формат управляющего слова устройства блок-мультиплексного канала

да, помещая его в УСУ, после чего становится доступен для выполнения новой или продолжения прерванной по этой же причине операции. Чтобы дать возможность каналу информировать программу о своем освобождении, введен новый вид прерывания — прерывание по доступности канала (КАНАЛ ДОСТУПЕН).

Аналогично байт-мультиплексному режиму работы мультиплексного канала при блок-мультиплексном режиме селекторные каналы располагают не одним подканалом. Каждому из этих подканалов соответствует одно УСУ, расположенное в УП.

Формат УСУ показан на рис. 5.26. В отличие от МК расположение в УСУ блок-мультиплексных подканалов в УП не фиксировано, а определяется динамически в процессе активизирования (назначения) соответствующего подканала.

Основной момент при блок-мультиплексировании — это запоминание УСУ в УП при отключении УВВ от канала и загрузка УСУ из УП при его подключении вновь. Эти действия осуществляет микропрограмма GSLD, включаемая механизмом микропрограммной приостановки.

При осуществлении микропрограммной приостановки вид действия (занесение в УП или считывание из УП) определяется состоянием сигнала РАБ-А. Если РАБ-А сброшен, а канал активен (ETCK ZAGR = 1), то УВВ отключается, и тогда УСУ записывается в УП по адресу, назначенному для данного УВВ во время SIO. После этого канал освобождается (ETCK ZAGR = 0). Если предварительно был установлен в состояние 1 триггер СК ДОСТ, при освобождении канала возникает требование на прерывание КАНАЛ ДОСТУПЕН.

Когда для УВВ требуется связь с каналом, устанавливается в состояние 1 сигнал ТРБ-А. Если в это время канал занят, то ТРБ-А игнорируется, но как только канал освобождается, начинается последовательность выборки по инициативе УВВ. При этом адрес УВВ принимается в GRGR, и после того, как последует указание канала ПРОДОЛЖИТЬ (сигналом УПР-К), вырабатывается запрос на МПРС, в результате чего начинается выполнение микропрограммы GSLD. Поскольку РАБ-А в ответ на УПР-К

получения при цепочке команд БСУ с сигналом КАНАЛ КОНЧИЛ (КК) до получения БСУ с сигналом УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО (УК).

При обработке цепочки команд СК в блок-мультиплексном режиме функционирует иначе. Если имеется возможность работать в этом режиме, УВВ может отключаться от интерфейса после передачи байта состояния с КК. В этот момент канал запоминает в УП состояние операции ввода-вывода

установлен в состояние 1, микропрограмма GSLD определяет, есть ли потребность в считывании УСУ из УП. Затем по полученному адресу UBB и адресу канала определяется адрес УСУ в УП, откуда оно считывается и загружается в ЛП. При его считывании устанавливаются триггеры ETCC и ETCK ZAGR, в зависимости от признаков в УСУ, и триггер БМРЕЖ.

При получении байта состояния с признаком КК в конце цепочки команд (ETCC = 0) вырабатывается запрос на МПРС типа 1, для того чтобы осуществить прием последнего байта состояния и установить запрос на прерывание. После сброса РАБ-А вновь включается в работу микропрограмма GSLD для отправки в память УСУ. Однако это УСУ запоминается без признака цепочки команд, а с признаком наличия запроса на прерывание, после чего канал освобождается для других операций.

5.4. РЕГИСТРАЦИЯ ОШИБОК КАНАЛОВ

При возникновении ситуаций, являющихся следствием неправильного функционирования каналов, средства регистрации обеспечивают сохранение информации (рис. 5.27), которая помогает локализации ошибки.

Существуют два вида регистрации.

Ограниченная регистрация (LCL), которую еще называют дополнением к CSW. Она осуществляется всегда при записи полного или частичного CSW. Регистрируемая информация компонуется в четыре байта, записываемые в ОП по адресам 0000B0₁₆ — 0000B3₁₆. Перед записью в ОП ограниченная регистрация для каналов всех видов формируется в регистре CD ЛП.

Расширенная регистрация (AREГ) осуществляется при записи полного или частичного CSW, если в байте состояния канала устанавливаются в состояние 1 индикаторы СБОЙ В УПРАВЛЕНИИ КАНАЛА (СБК) и (или) СБОЙ В УПРАВЛЕНИИ ИНТЕРФЕЙСА (СБИ), и при условии, что маска расширенной регистрации — второй бит управляющего регистра 14 — установлена в состояние 1. Запись расширенной регистрации производится во время прерывания ввода-вывода при завершении операции или при выполнении команды ввода-вывода, когда признак результата равен 1 (в записанном CSW). Расширенная регистрация всегда и независимо от маски в GR14 [2] записывается в УП с начальным адресом BF00. Только пересылка ее в ОП управляется значением разряда GR14 [2]. Местоположение AREГ в ОП определяется указателем адреса AREГ, находящимся в адресах 0000A₁₆—0000AF₁₆ ОП. Последние три двоичных разряда указателя игнорируются, так что AREГ располагается всегда с целочисленной границы двойного слова.

В случае, если переключатель пульта инженера УПР КОНТРОЛЕМ находится в положении ОСТ. АПРТ РС, запись расширенной регистрации не маскируется содержимым GR14 [2]. Тогда, независимо от GR14 [2] и указателя адреса AREГ, как только появляется признак сбоя (СБК или СБИ в БСК), производится расширенная регистрация в ОП по адресу 000100₁₆.

Ограниченная регистрация (LCL)

- 000 — ошибка при выполнении TIO
- 001 — ошибка при начальной выборке
- 010 — команда передана в УВВ, ни один байт не передавался
- 011 — передан только один байт данных
- 100 — команда в текущем ССВ или не послана, или не принята в УВВ

Байт 0	0	0	}	Не используются		
	1	0				
	2	0				
	3	0				
Байт 1	4	ЦП	}	устройство обнаружило ошибку		
	5	Канал				
	6	0				
	7	Память				
Байт 2	0	ЦП	}	Источник ошибки		
	1	Канал				
	2	0				
	3	Память				
	4	Устройства управления				
	5	0				
	6	0				
	7	0				
Байт 3	0	0	}	Признак действительности полей		
	1	0				
	2	Код последовательности				
	3					
	4	Состояние устройства				
	5	Адрес ССВ и ключ				
	6	Адрес канала				
	7	Адрес устройства				
Байт 4	0		}	Тип окончания: 00 — отключение от интерфейса		
	1					
	2	0	01 — обычное окончание			
	3	0		10 — селективный сброс		
	4	Адрес ОТК-А	11 — сброс системы			
	5			}	Код последовательности	
	6					
	7					

а)

Потеря АРЕГ (нет записи в ОП или записанная регистрация неактуальна) возможна в следующих случаях:

если GR14 [2] = 0 и переключатель УПР КОНТРОЛЕМ не находится в положении ОСТ. АПРТ РГС;

если указывается адрес вне объема ОП или в конце ОП и недостаточно места для записи полной регистрации. При этом в обоих случаях ни один байт АРЕГ в ОП не записывается;

если во время обнаружения и регистрации заданной ошибки возникает вторая ошибка. Регистрация второй ошибки пропадает;

если во время обработки расширенной регистрации, передаваемой полностью из ОП в ОП, возникает ошибка в аппаратуре процессора. В этом случае первые

№ Полная регистрация				Адрес в УП	
1	Идентификатор канала	GRGBF	GRGCT	GRGBD	BF00
2	GRGF	GRGE	GRGS	GRGL	BF04
3	GRGTO	GRGTI	GRGO	GRGR	BF08
4	GRMCKA				BF0C
5	GRMCKB				BF10
6	Ключ	Адрес данных			BF14
7	Ключ	Косвенный адрес			BF18
8	Флажки		Счетчик		BF1C
9	Ключ	Адрес следующего ССВ			BF20
10	Признаки		Каталожный номер	Адрес УВВ	BF24
11	Счетчик повторений			Счетчик повторения микрокоманд	BF28
12	Регистр GRABRTY				BF2C
13	Регистр GRSPTL				BF30
14	Регистр GRHM RTY				BF34
15	Регистр GRCPU RTY				BF38
16	Сбойная микрокоманда из УП				BF3C
17	Регистр системы (GRSYS)			GRH	BF40
18	Ключ	Регистр BRI			BF44
19	Регистр GRU				BF48
20-24	Резерв				BF4C

б)

Рис. 5.27. Формат ограниченной (а) и полной (б) регистрации канала

десять слов АРЕГ в ОП еще будут относиться к ошибке канала, в то время как последующие слова будут характеризовать ошибку процессора.

Для идентификации различных ситуаций, при которых может появляться сигнал СБОЙ В УПРАВЛЕНИИ ИНТЕРФЕЙСА, используется каталожный номер (см. рис. 5.27). Каталожные номера мультиплексных и селекторных каналов указаны соответственно в табл. 5.6 и табл. 5.7.

5.6. Каталожные номера при СБИ в мультиплексном канале

Каталожный номер	Значение
M1	Отсутствует РАБ-А
M2	Нет сброса УПР-А
M3	Отсутствует АДР-А
M4	Полученный адрес имеет неправильный контрольный разряд, или несовпадение адресов
M5	Отсутствует УПР-А
M6	Нет сброса РАБ-А
M7	Получен БСУ с неправильным контрольным разрядом
M8	При обмене данными не появляются ИНФ-А и УПР-А
M9	Получен сигнал ОТК-А
MA	Получен БСУ с неправильным контрольным разрядом
MB	Получен сигнал ИНФ-А вместо ожидаемого УПР-А
MF	Получен ВБР-А во время выполнения цепочки команд

Примечание. М — модификатор. Существуют следующие действительные комбинации с ненулевым модификатором:

1C	Получен ложный запрос с пульта оператора на микропрограммную приостановку
2F	Получен ВБР-А во время выполнения цепочки команд

5.7. Каталожные номера при СБИ в селекторном канале

Каталожный номер	Значение
00	СБИ, сопровождаемый СБК
01	Неудавшаяся автоматическая начальная выборка
02	Не установлен в состояние 1 триггер ETSTOP
03	Неудавшаяся выборка при НЮ, HDV
04	Не происходит отключение от интерфейса
06	Ошибка в адресе при начальной выборке
07	При выборке в цепочке выбрано занятое УУ
09	Ошибка в четности адреса при выборке по инициативе UVB
0A	Получен сигнал ОТК-А
0B	Не устанавливается в состояние 1 триггер ETXXBT
0E	При выполнении цепочки команд получен сигнал ВБР-А
0F	Ошибка в четности при УПР-А
10	Не сброшены идентификаторы абонента
11	Не сброшен триггер ETNB
0D	Неудачная попытка повторения неправильно выполненной микрокоманды

6.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

К внутренним запоминающим устройствам ЭВМ ЕС 1035 относятся *управляющая память (УП)* и *оперативная память (ОП)*. Вместо оперативной памяти часто используется термин *оперативное запоминающее устройство (ОЗУ)*.

Управляющая память входит в состав ЦП ЕС 2435 и служит для хранения микрокоманд. Ее информационная емкость — 48К байт, разрядность — 72 бит. В УП используются быстродействующие 256-битные статические запоминающие интегральные схемы типа ЭСЛ. Они обеспечивают малое время доступа (до 90 нс) при продолжительности циклов СЧИТЫВАНИЕ и ЗАПИСЬ 150 нс.

Оперативная память. В процессоре ЕС 2635 используется асинхронный интерфейс связи с ОП. Это позволяет комплектовать процессор различными типами ОП без внесения дополнительных изменений в его схемы. В первых образцах ЕС 1035 использовалось ферритовое ОЗУ типа ЕС 3237 емкостью 256К байт. Оно размещалось в одном шкафу и имело время цикла, равное 2 мкс. В 1977 г. в Болгарии была разработана первая большая полупроводниковая память для ЕС ЭВМ—ЕС 3236 с увеличенной в 2 раза емкостью и значительно более высоким быстродействием. Ее использование позволило увеличить производительность ЭВМ ЕС 1035 на 25—30 %.

Так как использованные в ЕС 3236 запоминающие ИС (СМ 8101) имеют сравнительно небольшую емкость — 1024 бит, в 1978 г. было разработано ОЗУ для ЕС 1035 на основе новых *n*-МДП запоминающих ИС емкостью 4096 бит (СМ 8107 и СМ 8108 в НРБ и К565РУ1А в СССР). По общему техническому заданию в НРБ и СССР разработаны два варианта так называемого *унифицированного модуля ОЗУ*, которое представляет собой полностью завершенную ОП емкостью в 1М байт (128К × 72 бит). ОЗУ конструктивно оформлено в виде рамы, имеет собственное питание и отдельный интерфейс связи с ЦП.

В системе с минимальной емкостью ОП эта рама устанавливается в шкаф питания так, что ЦП ЕС 1035 вместе с ОП занимает только два шкафа. При необходимости увеличения информационной емкости используется шкаф ОЗУ ЕС 3238, в котором помещаются два унифицированных модуля, а их интерфейсные сигналы объеди-

нены в общий интерфейс. Максимальная емкость ОП, равная 4М байт, достигается подключением двух шкафов ОЗУ ЕС 3238 в два независимых интерфейсами ЦП-ОП в ЕС 2435.

Управляющая и оперативная памяти подключаются к ЦП через два отдельных блока коррекции одиночных ошибок и обнаружения двойных ошибок в считываемой информации. Эти блоки (ВЕСС 1 и ВЕСС 2) рассмотрены в 4.6.

Поскольку ЕС 3237 и ЕС 3236 представляют теперь только исторический интерес, далее они не рассмотрены. Кроме УП в этой главе подробно описаны болгарские варианты унифицированного модуля (ЕС 3238.Е000.01) и шкафа ОЗУ емкостью 2М байт (ЕС 3238.01). Особенности советского варианта унифицированного модуля (ЕС 3238.Е000) рассмотрены в 6.3.8.

6.2. УПРАВЛЯЮЩАЯ ПАМЯТЬ

6.2.1. Структурная схема

Структурная схема УП показана на рис. 6.1, а временная диаграмма ее работы при выполнении циклов СЧИТЫВАНИЕ и ЗАПИСЬ — на рис. 6.2.

Управляющая память состоит из шести функционально завершенных запоминающих блоков ББП (базовый блок памяти). Каждый из них занимает одну панель рамы С в ЦП ЕС 2435 и состоит из 18 плат запоминающих ТЭЗ (ЕС 2435.0210) и одной платы ТЭЗ управления (ЕС 2435.0181). Информационная емкость одного блока ББП равна $2K \times 36$ бит. В трех блоках хранятся 36-разрядные старшие слова, а в других трех — 36-разрядные младшие слова. Полная емкость УП, равная 48К байт, реализуется как $6K \times 72$ бит.

При обращении к УП всегда выбираются два блока ББП, в которых хранятся разряды младших и старших слов. В выбранные блоки из ВЕСС 1 подаются импульсы ВБР ББП (Выбор ББП), по которым вырабатываются внутренние сигналы управления.

В цикле ЗАПИСЬ сигналы ЗП МЛ СЛОВА и ЗП СТ СЛОВА определяют, будет ли записано в УП одно слово (32 информационных и 4 контрольных разряда) или же двойное слово (64 информационных и 8 контрольных разрядов). В цикле СЧИТЫВАНИЕ оба данных сигнала не активны*.

Блок ВЕСС 1 обменивается информацией с УП по 72 входным и 72 выходным информационным шинам, обозначаемым соответственно ДАН В УП (данные в УП) и ДАН ИЗ УП (данные из УП).

* Хотя работа логических схем типа ЭСЛ, из которых выполнена УП, описывается на основе так называемой отрицательной логики, сигналы обозначаются со знаками «+» или «—» в зависимости от того, какой уровень принят за активное состояние — высокий или низкий.

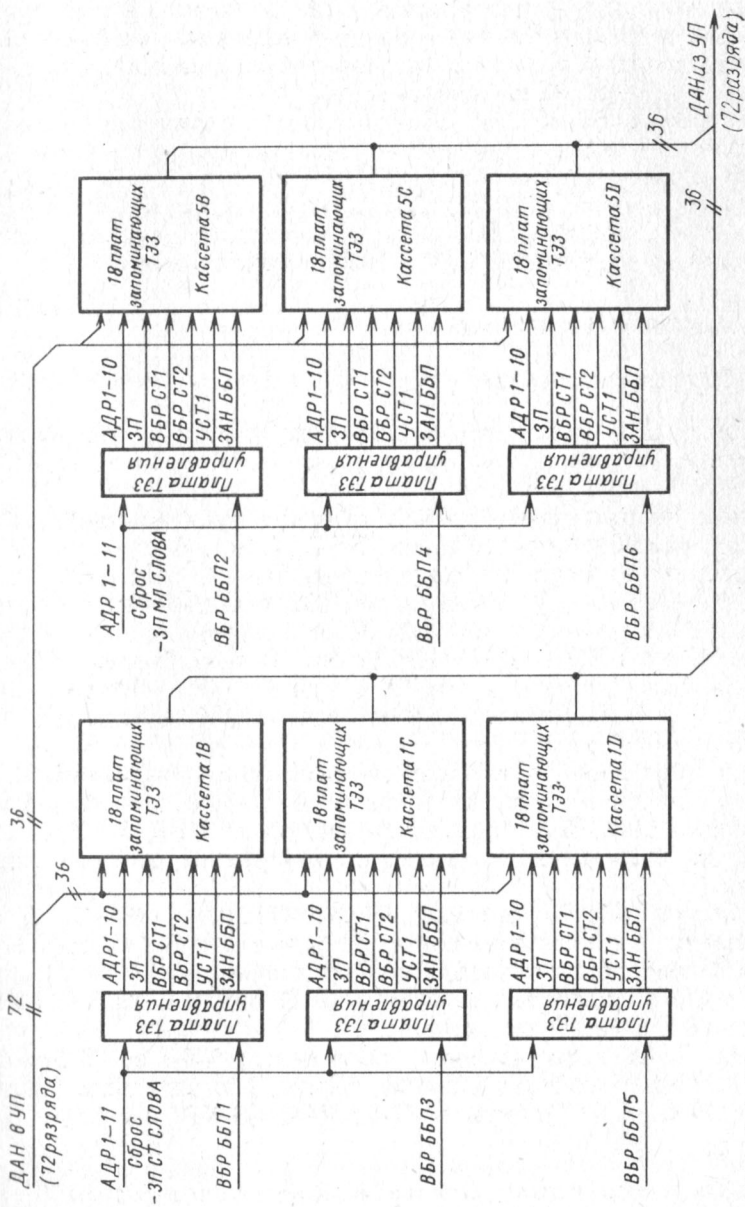
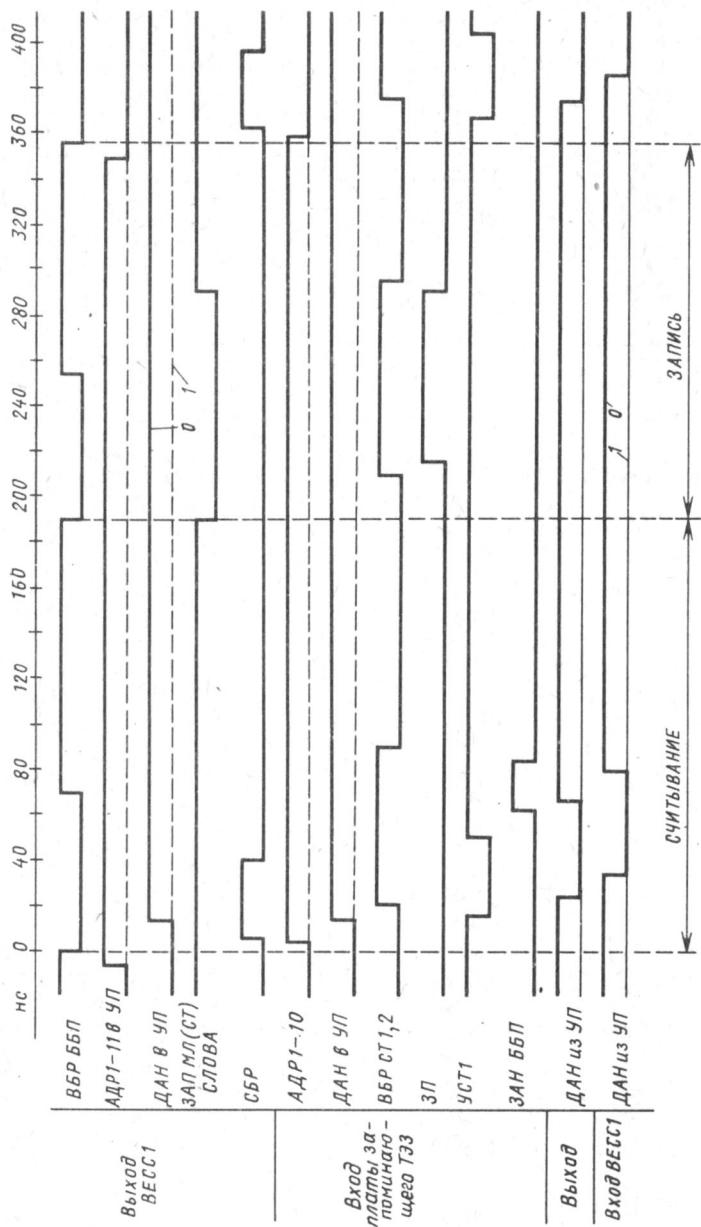


Рис. 6.1. Структурная схема управляющей памяти



Время доступа при считывании, определяемое задержкой информации на шине ДАН ИЗ УП после сигнала ВБР ББП, обычно составляет 80 нс.

Помимо рассмотренных из блока ВЕСС 1 поступают еще следующие сигналы.

Адресные сигналы АДР [1—11]. Первые десять из них проходят в платах ТЭЗ управления только через буферные усилительные схемы и подаются в запоминающие ТЭЗ как потенциальные уровни, в то время как сигнал АДР 11 участвует совместно с ВБР ББП и ЗП СТ (МЛ) СЛОВА в выработке импульсов ВБР СТ 1 или ВБР СТ 2 (выбор строки 1 или 2). Эти сигналы определяют выбор соответствующего ряда запоминающих ИС в платах запоминающих ТЭЗ.

Сигнал СБР. По этому сигналу в платах управляющих ТЭЗ вырабатываются импульсы УСТ 1, устанавливающие все выходные информационные триггеры в состояние 1 в начале цикла СЧИТЫВАНИЕ (см. 6.2.2).

В платах ТЭЗ управления в цикле СЧИТЫВАНИЕ вырабатывается импульс ЗАН ББП, посредством которого считанная из запоминающих ИС информация заносится в выходные информационные триггеры. В цикле ЗАПИСЬ платы ТЭЗ управления вырабатывают импульсы ЗП в зависимости от наличия сигнала ЗП МЛ (СТ) СЛОВА.

6.2.2. Плата ТЭЗ с запоминающими элементами УП

В УП используются 108 ТЭЗ с запоминающими элементами. На платах ТЭЗ расположены 1728 запоминающих ИС типа 500РУ410 (аналог — F + 95410 или МС 10410). Эти запоминающие схемы выполнены на элементах типа ЭСЛ и имеют информационную емкость 256×1 бит. Они помещены в 16-выводные корпуса (рис. 6.3, а).

Запоминающие ИС с ЭСЛ-элементами обеспечивают возможность достижения наиболее высокого быстродействия, имеют наименьшую информационную емкость, потребляют значительно большую мощность и более дороги по сравнению с другими видами полупроводниковой памяти, выполняемой по технологии ТТЛ-, МДП- или I²L-схем. Выбор их в качестве основного запоминающего элемента УП объясняется необходимостью уменьшения времени доступа и продолжительности цикла, непосредственно влияющих на производительность процессора.

Микросхема 500РУ410 представляет собой полностью статическую схему памяти, содержащую статические запоминающие элементы. Каждый элемент-ячейка выполнен на двух взаимосвязанных ЭСЛ-инверторах (ЭСЛ-триггер). Два возможных состояния запоминающей ячейки соответствуют значениям одного бита двоичной информации. Информация в ней может сохраняться неограниченно долгое время, без необходимости ее восстановления (регенерации), однако она исчезает при отключении питания.

Для выбора одной из 256 запоминающих ячеек как при считывании, так и при записи на схему подаются восемь адресных сигналов. Для выбора чипа три входа $\overline{CS}$ (Chip Select, обозначенные символом V на условном функциональном изобра-

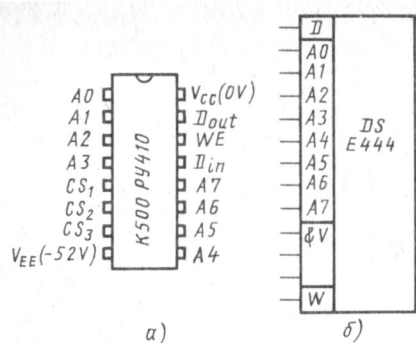


Рис. 6.3. Интегральная схема 500PY410:

а — расположение и назначение выводов;
б — условное изображение на функциональных схемах

жении схемы на рис. 6.3, б), используются при емкости более 256 слов, когда несколько запоминающих схем связаны параллельно по входу D и по выходу. Для выбора схемы требуется, чтобы сигналы на трех входах V имели низкие уровни потенциала. В противном случае независимо от состояния сигналов на остальных ее входах в схеме никаких изменений не происходит, а на выходе имеется потенциал низкого уровня. Это не мешает нормальной работе выходной цепи выбираемой в данный момент

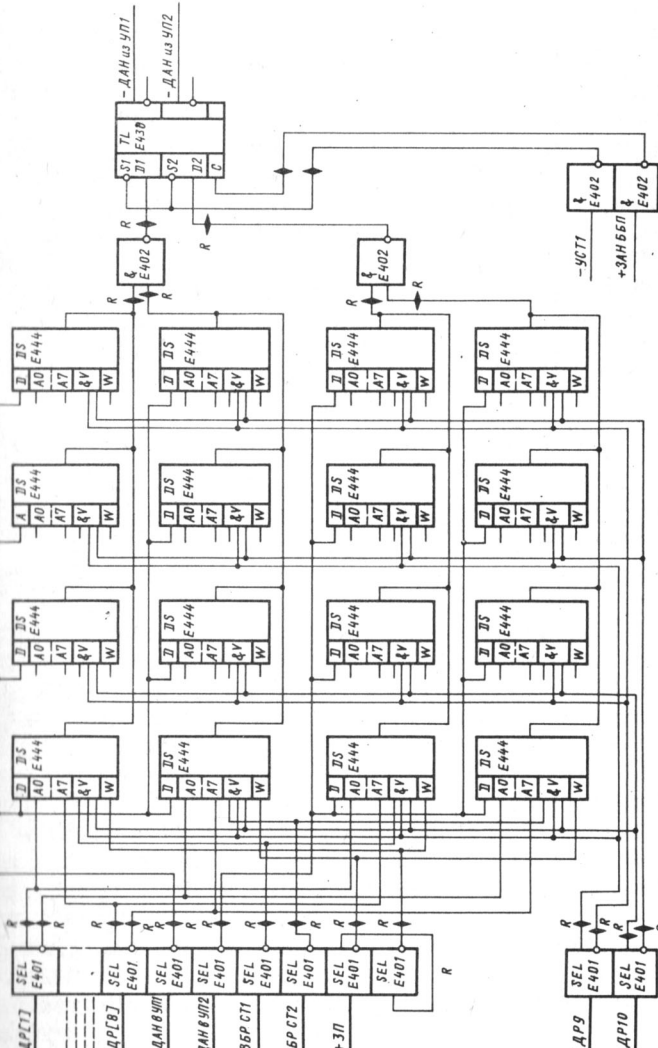
схемы. Сигнал $\bar{W}$ (Write) определяет, выполняется ли в выбранной ячейке считывание или запись. При считывании ($\bar{W}$ имеет высокий уровень) информация из выбранной ячейки выдается на выход, а сама ячейка памяти при этом не изменяет своего состояния, т. е. считывание происходит без разрушения информации. При записи ($\bar{W}$ низкого уровня) в запоминающую ячейку записывается 1 или 0 в зависимости от состояния сигнала на информационном входе D. Время доступа при считывании определяется либо по отношению к адресным входам, либо по отношению к входам выбора чипа. Для 500PY410 первое время не превышает 40 нс, а второе — 7 нс. Поскольку схема статическая, продолжительность цикла СЧИТЫВАНИЕ может быть практически уменьшена до времени доступа, т. е. до 40 нс. Минимальная продолжительность цикла ЗАПИСЬ составляет также 40 нс. Мощность, потребляемая схемой, не превышает 700 мВт.

Принципиальная схема платы запоминающего ТЭЗ в упрощенном виде показана на рис. 6.4. На плате расположены 16 запоминающих ИС, сгруппированных по информационным входам и выходам в две группы по восемь схем. Следовательно, информационная емкость платы запоминающего ТЭЗ равняется $8 \times 256 \times 2$, или $2K \times 2$ разряда.

Адресные сигналы АДР [1—8] из буферных усилительных схем ТЭЗ управления подаются параллельно на все запоминающие ИС, в то время как сигналы АДР [9, 10] выбирают одну из четырех колонок запоминающих микросхем по двум входам V. На третьи входы V микросхем подаются импульсы ВБР СТ 1 и ВБР СТ 2, зависящие от значения АДР [11]. Таким образом, из всего поля 16 ИС выбираются только две — по одной для каждого разряда.

В цикле ЗАПИСЬ инвертированный сигнал ЗП осуществляет ввод значений двух информационных разрядов ДАН В УП

Рис. 6.4. Функциональная схема, реализуемая на плате запоминающего ТЭЗ управляющей памяти



в выбранные запоминающие схемы (точнее, в выбранные в них запоминающие ячейки). При СЧИТЫВАНИИ появляющаяся на выходе выбранной запоминающей схемы информация инвертируется и заносится импульсом ЗАН ББП в два выходных информационных триггера.

Поскольку выходы соответствующих информационных триггеров трех блоков ББП связаны по схеме *монтажного И* (см. рис. 6.1), в начале цикла СЧИТЫВАНИЕ все выходные триггеры устанавливаются в состояние 1 (т. е. на выходе у них будет низкий уровень). Такая работа выходов двух невыбранных блоков ББП не мешает нормальному функционированию выбранного.

Временная диаграмма работы схемы запоминающего ТЭЗ УП аналогична приведенной на рис. 6.2. В схеме используется только одно питающее напряжение, равное $-5,2$ В, а потребляемый ток равен $1,7$ А. Удельный расход мощности составляет $2,15$ мВт/бит независимо от того, выполняется ли цикл СЧИТЫВАНИЕ или ЗАПИСЬ, или микросхемы ТЭЗ находятся в режиме хранения информации. Указанные параметры типичны для схем памяти, выполняемых на биполярных транзисторах и имеющих невысокую степень интеграции. Относительная рассеиваемая ими мощность в 60 раз больше, чем у запоминающих ТЭЗ ОП, в которой используются запоминающие динамические МДП-схемы емкостью 4К бит (см. 6.3.2). В режиме хранения информации это различие доходит до 200 раз.

6.3. ОПЕРАТИВНАЯ ПАМЯТЬ

6.3.1. Унифицированный модуль ОЗУ емкостью 1М байт

Структурная схема *унифицированного модуля* (УНМ) ОЗУ показана на рис. 6.5, а временная диаграмма сигналов его интерфейса связи с ЦП — на рис. 6.6. Все входные и выходные сигналы интерфейса имеют стандартные уровни схем ТТЛ; все выходные сигналы согласуются с помощью последовательно связанных резисторных цепей.

В зависимости от сигнала СЧТ ОЗУ (считывание из ОЗУ) УНМ выполняет или цикл СЧИТЫВАНИЕ, или цикл СЧИТЫВАНИЕ-ЗАПИСЬ. В первом случае из УНМ оказывается считанным 72-разрядное информационное слово (8 байт) из ячейки, адрес которой поступил из ЦП по шине АДР В ОЗУ (адрес в ОЗУ). Это слово выдается в ЦП по шине ДАН ИЗ ОЗУ (данные из ОЗУ). При этом информация в запоминающей ячейке, откуда совершается считывание, сохраняется. Такое так называемое неразрушающее считывание является существенным преимуществом полупроводниковой памяти перед ферритовой. В последней после каждого считывания должна производиться запись (регенерация) для восстановления разрушенной при считывании информации в выбранной ячейке памяти.

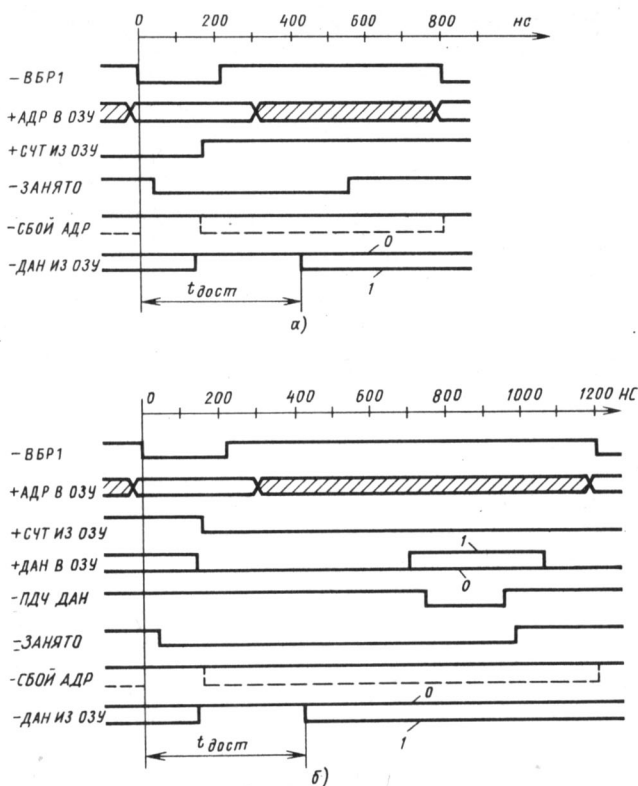


Рис. 6.6. Временная диаграмма сигналов интерфейса УНМ—ОЗУ—ЦП:
 а — СЧИТЫВАНИЕ; б — СЧИТЫВАНИЕ-ЗАПИСЬ

В цикле СЧИТЫВАНИЕ-ЗАПИСЬ происходят считывание хранящейся в выбранной ячейке информации и запись в ту же ячейку информации, поступившей из ЦП по шине ДАН В ОЗУ (данные в ОЗУ). Поскольку информацией записи может быть информация, считанная непосредственно перед этим, то описываемый цикл часто именуется циклом считывания-модификации-записи.

Информация для записи сопровождается сигналом ПДЧ ДАН (передача данных).

Осуществление в УНМ цикла СЧИТЫВАНИЕ или СЧИТЫВАНИЕ-ЗАПИСЬ происходит по сигналу ВБР (выбор). Центральный процессор вырабатывает четыре сигнала ВБР, с помощью которых производится выбор одного из четырех унифицированных модулей, обеспечивающих вместе максимальную емкость 4М байт. Каждый из УНМ получает все четыре сигнала ВБР, но выбор производит один из них, а остальные три сигнала сбрасываются в нуль на выходных шинах так же, как и сигнал на шине СБОЙ АДР (сбой адреса).

Адрес подается из ЦП по 17 адресным шинам и сопровождается двумя контрольными битами K1 и K2, участвующими в выработке сигнала СБОЙ АДР в случае его неправильного приема. Этот сигнал подается в ЦП спустя не более 150 нс за поступлением сигнала ВБР, а в цикле СЧИТЫВАНИЕ-ЗАПИСЬ блокирует осуществление записи во второй половине цикла.

В ответ на сигнал ВБР унифицированный модуль вырабатывает сигнал ЗАНЯТО, появляющийся не позднее 50 нс после ВБР, и который блокирует обращение к УНМ до завершения цикла. Сигнал ЗАНЯТО прерывается самим УНМ не в самом конце цикла, а не менее чем за 150 нс до конца. Таким образом, обеспечивается достаточное время для подготовки нового цикла обращения ЦП к ОП. Поскольку в УНМ используются *динамические запоминающие ИС*, то возникает необходимость периодически восстанавливать (регенерировать) записанную информацию всей памяти. Внутренний генератор временных интервалов, определяющий период регенерации (31 мкс), не может синхронизироваться сигналами, поступающими от процессора, ввиду асинхронного их характера.

В свою очередь, ЦП не может дожидаться завершения цикла регенерации, так как это будет приводить к изменению времени доступа к считываемой информации. Эти проблемы решаются с помощью специальной схемы, рассмотренной в 6.3.5. Минимальная продолжительность цикла СЧИТЫВАНИЕ составляет 800 нс, а цикла СЧИТЫВАНИЕ-ЗАПИСЬ—1200 нс. Продолжительность цикла регенерации не превышает 800 нс. Время доступа к информации, определяемое как интервал между сигналом ВБР1 и установлением прочитанных данных на выходных шинах ДАН ИЗ ОЗУ, зависит от типа используемых запоминающих интегральных схем, однако не превышает 550 нс для самых медленных из них (K565РУ1).

В качестве основного запоминающего элемента в УНМ используются *n*-канальные МДП ИС емкостью 4096×1 бит. Группа из 48 запоминающих ИС располагается в так называемом *запоминающем модуле* (M1—M4 на рис. 6.5), представляющем собой печатную плату двойного размера (ЕС 3238.1000). Располагающиеся на ней ИС имеют общую информационную емкость $32K \times 6$ бит. Группа из четырех запоминающих модулей имеет информационную емкость 128K сектад. В одном блоке панели в раме располагаются четыре такие группы, формируя таким образом поле памяти 24-разрядных ячеек. Для получения всех 72 разрядов необходимы три запоминающих блока панели (панели



Рис. 6.7. Расположение составляющих блоков УНМ ОЗУ

БС, 5Е и 1Е рис. 6.7).

Схемы управления, адресной селекции, мультиплексирования и буферного хранения информации на входах и выходах размещены на десяти многослойных печатных платах (панель 1D), а также на шести двухслойных двойных печатных платах, находящихся в запоминающих панелях.

Наряду с микропрограммными тестами УНМ может проверяться и посредством так называемого блока автономного контроля (БАК), создающего возможность полной проверки модуля без участия ЦП. С помощью этого блока (на рис. 6.5 не показан) реализуется возможность создания при проверках наиболее сложных режимов работы УНМ, что позволяет обнаруживать и локализовать возникающие неисправности.

Блок автономного контроля не постоянно соединен с УНМ, а оформлен в виде отдельного сменного блока. Он поставляется отдельно и кроме проверки унифицированных модулей используется также в качестве основного блока сервисного стенда ЕС А312, с помощью которого производится проверка запоминающих плат (модулей) УНМ, изготавливаемых в НРБ и СССР. Оба сервисных устройства подробно рассмотрены в 6.3.5.

Для упрощения электронной схемы БАК и уменьшения его интерфейсных связей блок обменивается информацией с испытуемым УНМ не по 72, а только по девяти информационным шинам. Для мультиплексирования входной и демультиплексирования выходной информации используются сигналы выбора байта ВБР БАЙТ [0—7]. Схемы сравнения считанной информации с информацией, подаваемой для записи, расположены в УНМ и подают в БАК сигналы об ошибке в соответствующем байте ОШ БАЙТ [0—7].

Расположение отдельных блоков УНМ в раме показано на рис. 6.7. Конструкция рамы позволяет устанавливать ее как на место рам А или С, так и вместо рамы В. Помимо указанных выше запоминающих панелей и панелей с управляющими платами на рисунке указано расположение блоков питания, а также место установки блока автономного контроля БАК.

Для питания УНМ используются три блока питания типа УВИП: +5 В/90 А (или +5 В/40 А), +12 В/20 А и —5В/8А. От них потребляются соответственно токи 24, 8 и 0,1 А. В режиме сохранения информации, когда нет обращения к памяти для записи или считывания, а только периодически осуществляется регенерация, потребление тока от источника +12 В снижается до 2,4 А. Общая мощность, потребляемая модулем от сети, равняется 640 Вт.

6.3.2. Запоминающий модуль ОП

В унифицированном модуле ОЗУ в качестве основного запоминающего элемента используются n -канальные динамические запоминающие МДП ИС типа К565РУ1, или аналогичные болгар-

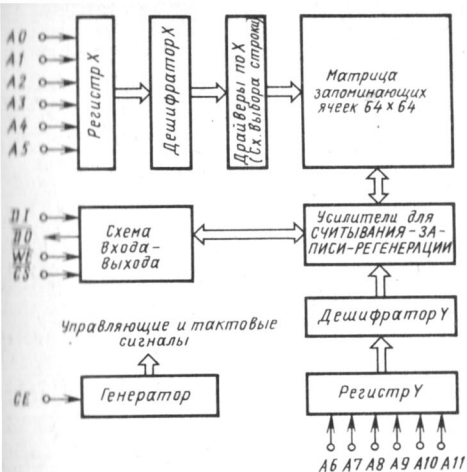


Рис. 6.8. Структурная схема запоминающей ИС типа SM 8108

Схемы этого типа основаны на применении однотранзисторных запоминающих ячеек. Для их работы требуются питающие напряжения трех номиналов: $+12$, $+5$ и -5 В. Все входы и выходы этих схем по уровням сигналов совместимы с ТТЛ-схемами, за исключением тактового входа CE (*Chip Enable*), для которого требуются 12-вольтовые импульсы. Выход, не находящийся в высокоимпедансном состоянии (обозначено как HiZ на рис. 6.10 и 6.11), обеспечивает $U_{OL} \leq 0,45$ В при $I_{OL} = 2$ мА и $U_{OH} \geq 2,4$ В при $I_{OH} = -2$ мА.

По тактовому сигналу CE вырабатываются все внутренние тактовые сигналы в схеме, в то время как сигналы $\overline{CS}$ (*Chip Select*) и $\overline{WE}$ (*Write Enable*) используются только в схеме входа-выхода. Наличие адресного регистра позволяет изменять входной адрес спустя 100 нс после подачи CE.

При считывании информация становится доступной на выходе $\overline{DO}$ (*Data Out*) немногим более чем через 180 нс после переднего фронта сигнала CE (T_{CO}), и выдается на протяжении всего времени действия этого тактового сигнала. Время доступа по отношению к моменту начала

ские типа SM 8108 емкостью 4096×1 бит. Возможно использование и других запоминающих схем емкостью 4К бит в стандартном 22-выводном корпусе, например 2107В производства фирмы «Интел» (*Intel*) или их болгарского аналога SM 8107.

Структурная схема запоминающей ИС показана на рис. 6.8, расположение и назначение ее выводов — на рис. 6.9, а, а условное графическое изображение, применяемое на функциональных схемах — на рис. 6.9, б. Временная диаграмма работы схемы в цикле СЧИТЫВАНИЕ показана на рис. 6.10, а.

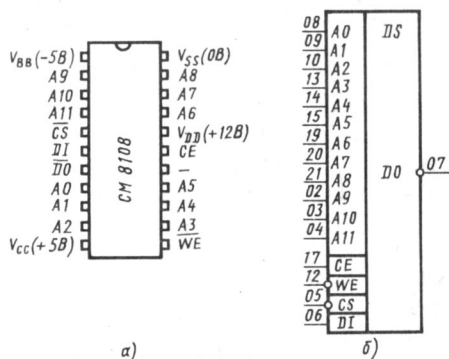


Рис. 6.9. Интегральная схема SM 8108: а — расположение выводов; б — условное графическое изображение на функциональных схемах

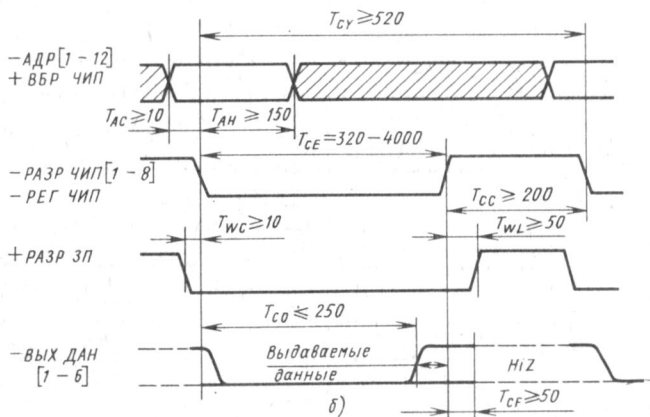
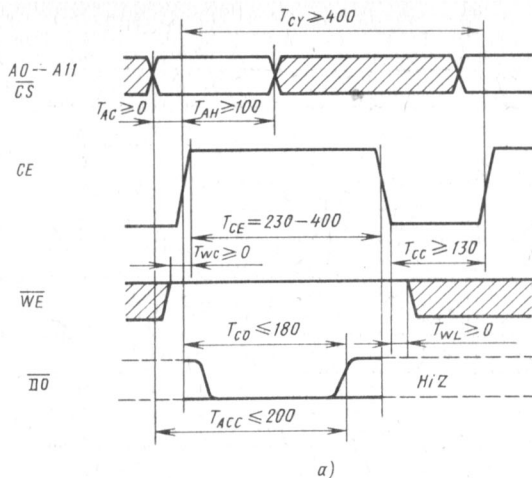


Рис. 6.10. Временная диаграмма цикла СЧИТЫВАНИЕ:
 а — для ИС типа SM 8108; б — для запоминающего модуля

действия на входе кода адреса T_{ACC} не превосходит 200 нс. Чтобы не нагружались взаимосвязанные выходы запоминающих схем при регенерации, когда тактовые сигналы CE подаются на все схемы, а не только на одну из них, используется входной сигнал $\overline{CS}$. Во время регенерации выходы всех запоминающих схем поддерживаются в высокоимпедансном состоянии, если сигнал $\overline{CS}$ подается высоким уровнем.

При записи сигнал разрешения записи $\overline{WE}$ должен быть низким — не менее 50 нс. Входные данные должны подаваться до $\overline{WE}$ и задерживаться до конца CE . Состояние выходных сигналов $\overline{D0}$ при записи не определено во время действия сигнала

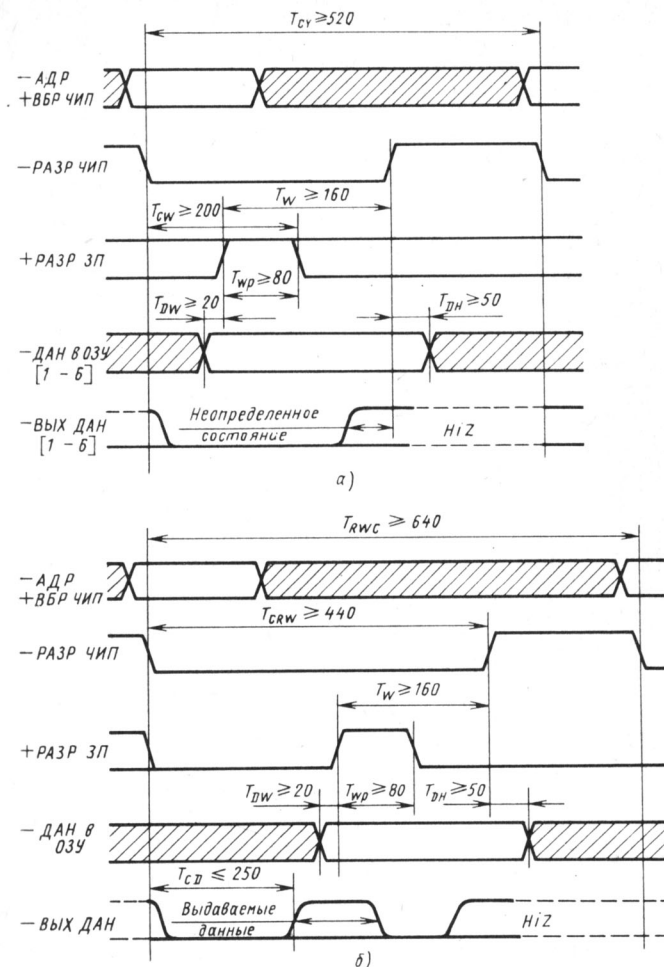


Рис. 6.11. Временная диаграмма работы запоминающего модуля:
а — в режиме ЗАПИСЬ; б — в режиме СЧИТЫВАНИЕ—МОДИФИКАЦИЯ—ЗАПИСЬ

СЕ; вне этого такта выходы находятся в высокоимпеданском состоянии.

При минимальной продолжительности цикла схемы СМ 8107 и СМ 8108 потребляют в среднем 450 мВт (не более 650 мВт). Поскольку схема потребляет ток только во время действия сигнала СЕ, расходуемая ею мощность пропорциональна коэффициенту заполнения этого такта. В состоянии покоя потребляемая мощность составляет только 3 мВт без регенерации или 10 мВт с регенерацией.

Для сохранения записанной информации в микросхемах СМ 8108 необходимо каждые 2 мс повторять циклы регенерации

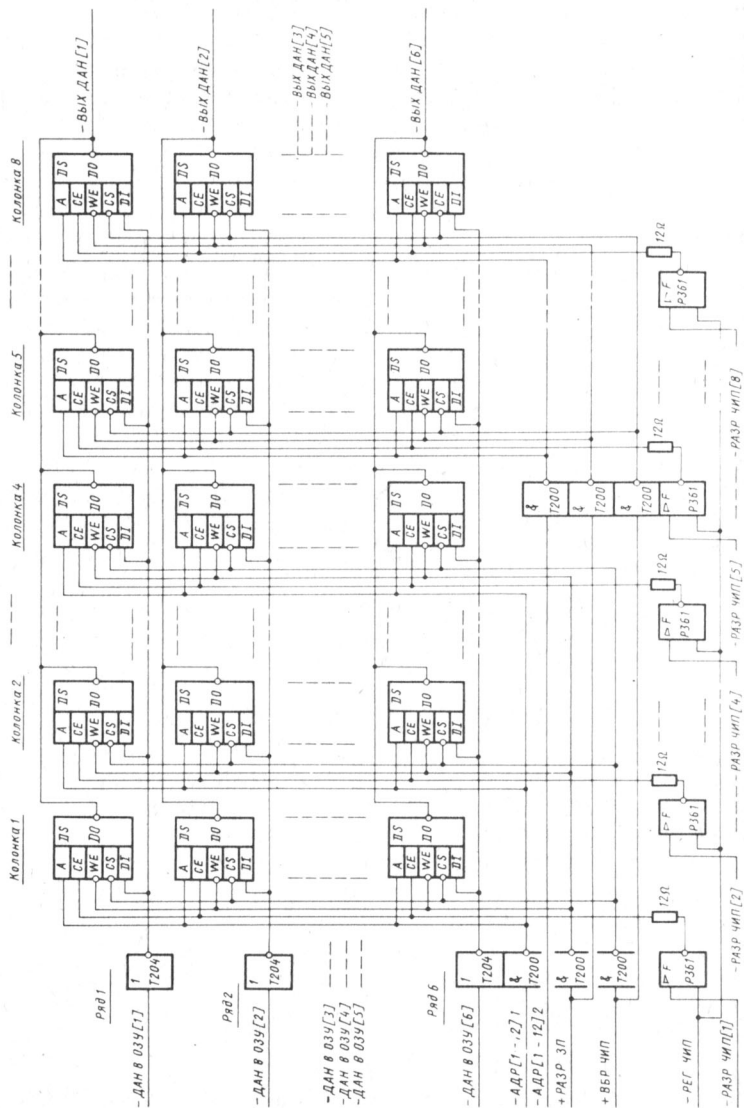


Рис. 6.12. Функциональная схема запоминающего модуля

во всех 64 строках матрицы запоминающих элементов. Выбор строки производится разрядами кода адреса А [0—5]. Каждый 31 мкс выполняется один цикл.

Схема запоминающего модуля (платы) ЕС 3238. 1000 показана на рис. 6.12, а временная диаграмма его работы в цикле СЧИТЫВАНИЕ — на рис. 6.10, б. Сопоставление двух диаграмм, приведенных на рис. 6.10, дает возможность оценить дополнительные задержки расположенных на запоминающей плате буферных и интерфейсных схем. На рис. 6.11 показаны временные диаграммы циклов ЗАПИСЬ и СЧИТЫВАНИЕ-ЗАПИСЬ.

На плате запоминающего модуля расположены шесть горизонтальных рядов по восемь запоминающих ИС в каждом, т. е. всего 48 корпусов. Поскольку входные и выходные контакты микросхем всех рядов соединены параллельно, информационная емкость модуля оказывается равной $32К \times 6$ бит.

Адресные сигналы проходят через две группы буферных усилителей-инверторов и подаются параллельно на входы всех интегральных схем памяти двух половин платы. Также проходят через буферные схемы и линии ввода записываемых данных, в то время как выходы каждого ряда запоминающих ИС выведены напрямую на один из контактов разъема платы.

Высоковольтные сигналы СЕ вырабатываются отдельно для каждой колонки запоминающих ИС с помощью специализированной интерфейсной схемы типа SN 75631. Непосредственно на выходе каждой из этих схем расположен резистор, имеющий сопротивление 12 Ом. С помощью этих резисторов производится подавление импульсных помех на сигналах в цепях СЕ, возникающих из-за паразитных индуктивностей печатных проводников и входных емкостей ИС памяти.

Конструктивно запоминающий модуль оформлен в виде двухслойной печатной платы двойного размера. Во всех унифицированных модулях ОЗУ используется 48 запоминающих плат, на которых расположены всего 2304 ИС памяти.

Питание запоминающего модуля осуществляется напряжениями трех номиналов, при этом общая рабочая потребляемая мощность не превышает 7 Вт, а в режиме хранения информации она уменьшается до 2 Вт.

Относительное потребление при работе модуля — не более 36 мкВт/бит, а в состоянии покоя — 10 мкВт/бит.

Напряжение источника, В	Потребляемая мощность в номинальном цикле, Вт	Потребляемая мощность в режиме хранения информации, Вт
+12	макс. 5,6	0,6
+5	1,3	1,3
—5	0,05	0,05
Всего	макс. 7	2

Проверка запоминающего модуля может выполняться в режиме эксплуатации в составе УНМ, однако более удобно это можно делать с помощью сервисного стенда ЕС А312 (см. 6.3.5). В производственных условиях для целей проверки используется высокопроизводительная универсальная тестовая система.

6.3.3. Схемы приема и дешифрования кода адреса

Адресная часть УНМ показана в нижней половине приведенной на рис. 6.5 структурной схемы. Более подробно она изображена на рис. 6.13. Вверху рисунка указаны шифры печатных плат, на которых расположены определенные части общей схемы дешифрования кода адреса.

На плате ЕС 3238.1003 управляющей панели находятся входные адресные мультиплексоры, адресный регистр вместе со схемами ускорения подачи кода адреса, а также дешифратор модуля, вырабатывающий сигнал РАЗР [1-4].

На плате ЕС 3238.1001 (двойного размера) находятся буферные усилители—инверторы адресных сигналов, а также дешифраторы, вырабатывающие сигналы РАЗР ЧИП (*Chip Enable*). Используются шесть таких плат, расположенных по две в каждой запоминающей панели.

Входные адресные мультиплексоры обеспечивают прием адресных сигналов АДР [1—6] с трех направлений и с двух направлений остальных адресных разрядов. Мультиплексоры для приема сигналов АДР [7—17] подключают входные адресные цепи, идущие либо от ЦП, либо от БАК в зависимости от поступления на вход БАК сигнала АВТ (автономный режим). Мультиплексоры для объединения трех входных направлений работают аналогично, но во время цикла регенерации (при наличии сигнала РЕГ) подают на запоминающие ИС состояние счетчика регенерации. В соответствии с этим последовательно производится обход всех рядов запоминающих ИС, и за 2 мс полностью восстанавливается хранящаяся в них информация.

С выходов мультиплексоров сигналы очередного кода адреса заносятся в адресный регистр. Это происходит по сигналу ЗАНЕС АДР (занесение адреса), вырабатываемому в УНМ.

Для исключения дополнительных запаздываний, вносимых адресным регистром, используются схемы *ускорения работы адресного тракта*. Для этого включены двухвходовые мультиплексоры, которые в начале цикла пропускают прямо входные адресные сигналы, минуя регистр, а после установки адресного регистра пропускают его выходные сигналы.

Сигналы АДР [1—12] проходят через две ступени буферных схем. Первая ступень, расположенная на плате типа ЕС 3238.1001, разветвляет сигналы к верхним и нижним соединительным контактам запоминающих модулей, в то время как вторая ступень распределяет их по буферным усилителям, расположенным на самой запоминающей плате.

Старшие разряды кода адреса АДР [13—17] подаются на дешифрирование и совместно с внутренне генерируемым тактовым сигналом РАЗР ЧИП вырабатывают сигналы РАЗР ЧИП [1—32].

Рис. 6.13. Адресная часть УНМ ОЗУ

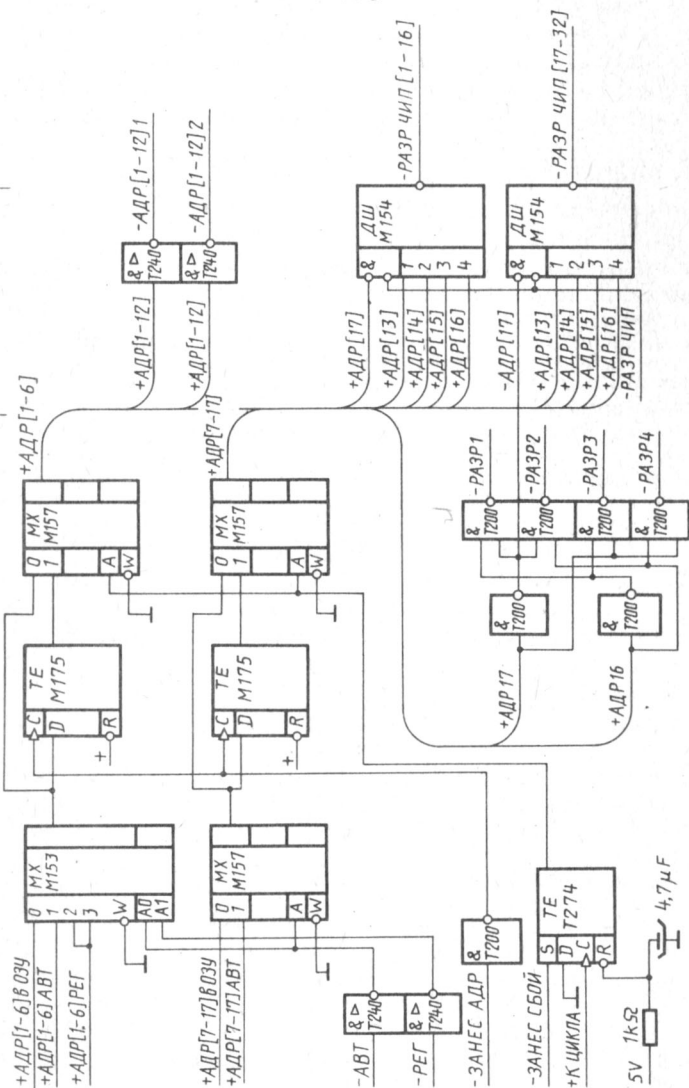


Схема выбора модуля вырабатывает один из четырех сигналов РАЗР [1—4] в зависимости от состояния двух старших битов кода адреса, АДР [16] и АДР [17]. Эти сигналы управляют выдачей выходных данных через выходные мультиплексоры (см. 6.3.4).

6.3.4. Схемы управления информационным трактом

Эти схемы детализированы на рис. 6.14; пунктиром обособлены те части, которые расположены на различных печатных платах. Основная часть схемы находится на восьми платах типа ЕС 3238.1002 — по одной плате на каждый байт информации (передаваемого двойного слова). На шести платах типа ЕС 3238.1001, помещенных на запоминающих панелях, расположены мультиплексоры выходных данных и 72-разрядный информационный регистр.

Мультиплексоры входных данных — четырехходовые, управляются сигналами АВТ, ВБР БАЙТА [0—7] и ВБР СЛОВА (см. табл. 6.1).

При записи от БАК в режиме автономной проверки обычно подаются одновременно все сигналы ВБР БАЙТА, так что записываемое 72-разрядное слово представляет собой восьмикратное повторение генерируемого блоком информационного байта ДАН АВТ. Только в тесте вида *бегущей единицы** от БАК при записи поступает единственный сигнал ВБР БАЙТА. При этом в выбранный байт подается информация, генерируемая блоком БАК, в то время как на остальные, невыбранные байты подается для записи так называемая *фоновая информация*, состоящая или только из единиц, или только из нулей (в зависимости от сигнала ВБР СЛОВА).

Проходящая через входные мультиплексоры по внутреннему сигналу ПДЧ ДАН ОЗУ информация подается на запись в запоминающие панели.

При считывании выходные мультиплексоры передают в информационный регистр информацию, считанную в выбранном запоминающем модуле. Она заносится в регистр по внутреннему сигналу СТРОБ. Сброс регистра производится сигналом УСТ 0 (установка 0). После информационного регистра выходные данные проходят через буферные усилители отдельно к ЦП и отдельно к БАК. В последнем производится индикация содержимого, выбранного на данный момент байта.

Схемы сравнения, расположенные на плате типа ЕС 3238.1002, сравнивают выданную из БАК эталонную информацию со считанной и вырабатывают сигналы ОШ БАЙТА (ошибка байта), которые анализируются в блоке автономного контроля.

* Последовательный сдвиг по всем разрядам слова единицы или нуля на фоне заполнения всех остальных разрядов слова нулями или единицами.

6.1. Управление информацией при записи

ВБР БАЙТА	ВБР СЛОВА	АВТ	Подача на запись
X	X	0	+ДАН в ОЗУ (от ЦП)
1	X	1	+ДАН АВТ (от БАК)
0	0	1	Все 1
0	1	1	Все 0

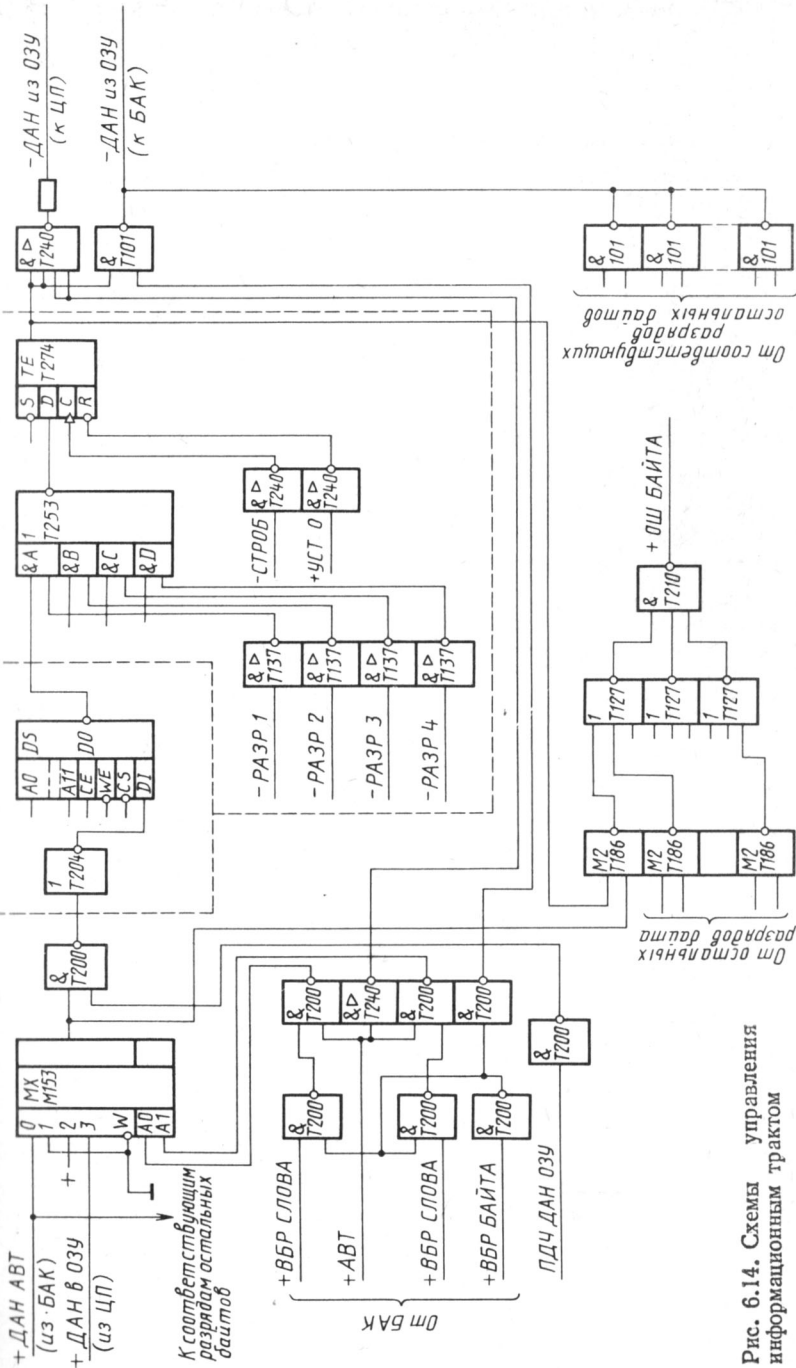
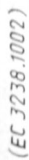
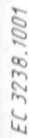
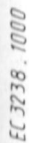


Рис. 6.14. Схемы управления информационным трактом

6.3.5. Схемы управления унифицированным модулем

Схемы, вырабатывающие все внутренние управляющие сигналы, расположены на плате ЕС 3238.1004. На этой плате находятся также генератор и счетчик регенерации.

Управляющие сигналы ВБР1, СЧТ ОЗУ, СБРОС ОЗУ и ПДЧ ДАН, поступающие от ЦП (см. рис. 6.5), задублированы аналогичными сигналами, поступающими от блока автономного контроля (эти сигналы не показаны на рис. 6.5). Управляющие сигналы из ЦП и БАК мультиплексируются вырабатываемым в БАК сигналом АВТ. Сигналы ВБР2, ВБР3 и ВБР4 не дублируются блоком БАК.

Внутренняя временная диаграмма УНМ формируется по сигналу ВБР1 с помощью линии задержки и D-триггеров. Она находится в зависимости от режима, т. е. от того, выполняется ли цикл СЧИТЫВАНИЕ или СЧИТЫВАНИЕ-ЗАПИСЬ. Особый

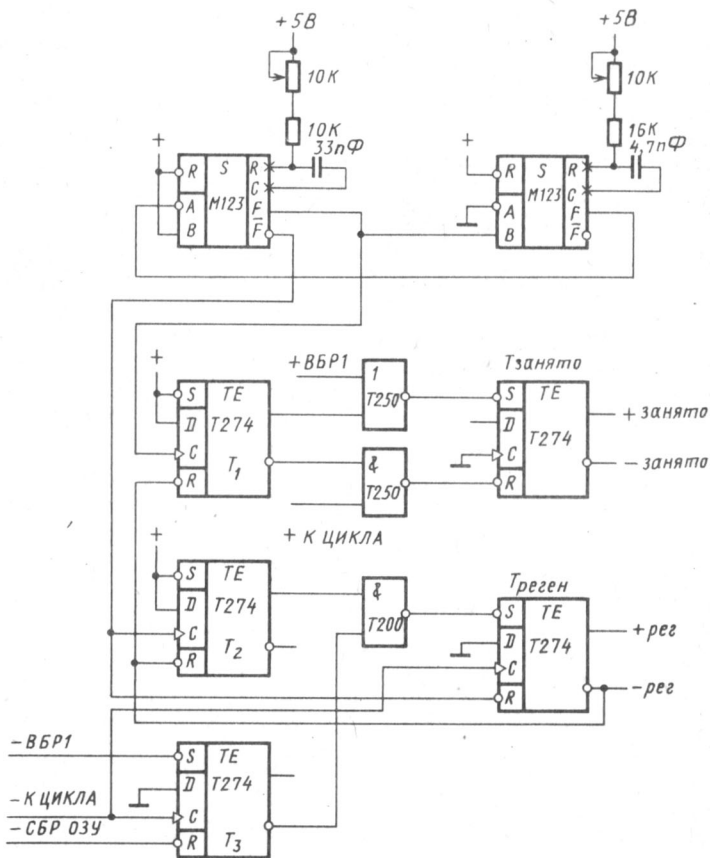


Рис. 6.15. Схема вставления циклов регенерации

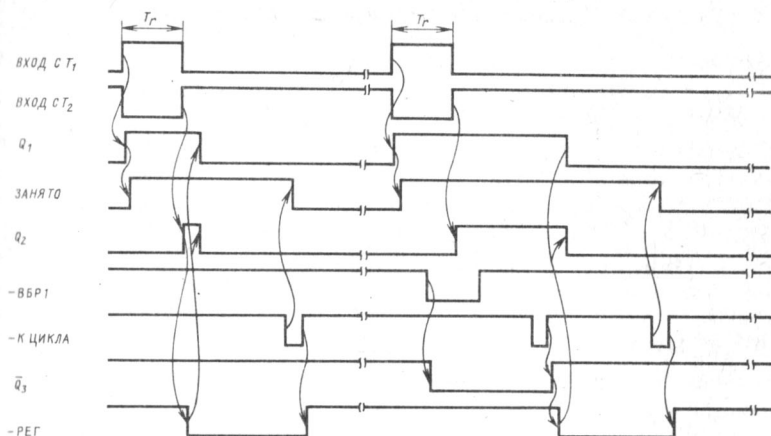


Рис. 6.16. Временная диаграмма работы схемы, приведенной на рис. 6.15

интерес представляет вставление цикла регенерации между нормальными рабочими циклами памяти, без нарушения нормальной работы с ЦП.

Схемное решение этой задачи в упрощенном виде показано на рис. 6.15, а временная диаграмма работы — на рис. 6.16.

Генератор регенерации, показанный в верхней части рис. 6.15, вырабатывает короткие импульсы с периодом 31 мкс. Так как эти импульсы подсчитываются 6-разрядным счетчиком регенерации (на рисунке не показан), обход в 64 рядах всех запоминающих ИС и восстановление хранящейся в них информации происходит за время $31 \times 64 \approx 2000$ мкс, т. е. выполняется требование, чтобы период регенерации не превышал 2 мс при самой высокой рабочей температуре ($+70^\circ\text{C}$), при которой допускается эксплуатация запоминающих ИС.

При полностью асинхронной работе генератора в ходе регенерации возможны следующие три случая.

1. Во время импульса T_r не происходит рабочий цикл и не поступает импульс ВБР1. Цикл регенерации протекает нормально. Вырабатываемый сигнал ЗАНЯТО блокирует выдачу ВБР1 во время цикла регенерации. Работа схемы в этом случае происходит так, как показано в левой части временной диаграммы, приведенной на рис. 6.16.

2. Во время импульса T_r не происходит рабочий цикл, но поступает сигнал ВБР1. Это означает, что выработанный по переднему фронту T_r сигнал ЗАНЯТО не успел заблокировать выдачу ВБР1 (из-за неизбежного схемного запаздывания). В этом случае сначала выполняется рабочий цикл, в конце которого вырабатывается импульс К ЦИКЛА (конец цикла), разрешающий запуск цикла регенерации (показано в правой части рис. 6.16). Сигнал ЗАНЯТО активен во время обоих циклов. Ширина импульса T_r определяет время, которое выжидается до поступления ВБР1. Это время составляет примерно 250 нс.

3. Во время импульса T_r происходит рабочий цикл. В этом случае выжидается его завершение, после чего выполняется цикл регенерации. Сигнал ЗАНЯТО продлевается на время этого цикла. Работа схемы протекает аналогично рассмотренному второму случаю.

6.3.6. Блок автономного контроля

Блок автономного контроля представляет собой сменный блок (выдвижного типа), размером $7/8$ стандартной панели ЭВМ ЕС 1035. Он устанавливается в определенном месте унифицированного модуля (см. рис. 6.7) и связан с ним с помощью соответствующих разъемных соединителей. БАК полностью имитирует работу ЦП с ОЗУ, генерируя тесты по предварительно жестко заложенной в устройство программе. Он контролирует правильность записи, хранения и считывания информации в проверяемом УНМ. С помощью расположенных на пульте элементов индикации можно легко локализовать возникающие неисправности УНМ и определять их характер.

Блок автономного контроля подает в УНМ:

управляющие сигналы, подобные поступающим от ЦП, и с аналогичными временными соотношениями;

сигналы выбора по адресу АДР [1—17] АВТ (см. рис. 6.5) с возможностями ручной установки и автоматического изменения адреса;

девять информационных разрядов ДАН [0—8] АВТ, которые восьмикратно определенным образом разветвляются в УНМ, что в общей сложности зависит как от того, какой в данный момент выполняется тест, так и от задаваемого вручную оператором или автоматического инвертирования информации в некоторых или во всех девяти разрядах;

сигналы выбора одного из восьми байтов ВБР БАЙТА [0—7], которые участвуют в разветвлении входной информации при записи и определяют, какой из восьми считанных байтов будет передан в БАК для индикации;

сигнал блокировки регенерации в ОЗУ (БЛ РЕГ) и сигнал ВБР СЛОВА, которые определяют фоновую информацию в невыбранных байтах.

Из УНМ в БАК поступает:

выбранный для индикации считанный байт информации;

сигналы ошибки в определенном байте ОШ БАЙТА [0—7];

сигнал ЗАНЯТО АВТ, блокирующий обращение БАК к УНМ.

Блок автономного контроля вырабатывает **д е с я т ь** тестов, которые автоматически выполняются один за другим, но могут быть выбраны и вручную. Первые семь тестов относятся к типу так называемых *линейных*, при которых счет выполняемых циклов пропорционален емкости проверяемой памяти N . Это следующие тесты: сканирующий, адресный, дополнительной адресации, регенерации, марширующий, с движением по диагонали, бегущая единица. Остальные три теста: бегущий, галопирующий по рядам и галопирующий — относятся к так называемым *квадратным* тестам, для выполнения которых требуется N^2 циклов. Несмотря на то что имеется ряд стандартизирующих документов, терминологию в области проверки полупроводниковой памяти еще нельзя считать достаточно установившейся.

Одной из особенностей БАК, значительно расширяющей его способность обнаружения потенциальных неисправностей, является возможность инвертирования информационного распределения любых битов информационного байта, а также автоматического изменения этого распределения после каждой смены тестов (до 512 различных информационных распределений).

Блок автономного контроля используется и в качестве основного блока в сервисном стенде проверки запоминающих модулей ЕС А312. С помощью этого стенда проверяются запоминающие модули как болгарского варианта УНМ-ТЭЗ 2, так и разработанные и используемые в СССР модули ТЭЗ 1. В первом случае стенд и испытываемый модуль могут рассматриваться как память информационной емкостью $32\text{К} \times 6$ бит, а во втором — емкостью $64\text{К} \times 1$ бит. ТЭЗ 2 занимает биты 0—5 БАК, а ТЭЗ 1 занимает бит 8. Сигналы ошибок в отдельных битах подаются как сигналы ошибок в соответствующих байтах (т. е. байт 0—5 в ТЭЗ 2 и байт 8 в ТЭЗ 1) и индицируются одновременно.

С помощью внешнего многоканального источника ЕС А006 сервисный стенд обеспечивает питание как блока автономного контроля, так и испытываемых запоминающих модулей. Подаваемые к модулям три питающих напряжения могут изменяться с целью профилактического контроля в пределах $\pm 10\%$. Питание стенда может производиться и от лабораторного источника тока посредством предусмотренного для этой цели кабеля. Режимы проверки стенда, как и его возможности локализации и индикации обнаруживаемых в проверяемых запоминающих модулях неисправностей, аналогичны соответствующим характеристикам блока автономного контроля.

6.3.7. Шкаф ОЗУ, имеющего емкость 2М байт

Шкаф ОЗУ ЕС 3238.01 содержит два унифицированных модуля, занимающих рамы А и С шкафа, блок панели с шестью печатными платами, на которых расположены схемы объединения и разветвления интерфейсных сигналов, а также блок управления питанием БУП-3. Информационная емкость шкафа ОЗУ равна 2М байт ($256\text{К} \times 72$ бита).

В установленных в шкафу унифицированных модулях продолжительность цикла СЧИТЫВАНИЕ не отличается от продолжительности цикла СЧИТЫВАНИЕ-ЗАПИСЬ, однако время доступа немного возрастает (600 нс вместо 550 нс) из-за неизбежных задержек в объединяющих и разветвляющих схемах.

Поскольку каждый УНМ представляет полностью законченное ОЗУ, функции дополнительных схем, расположенных в средней раме шкафа, заключаются только в объединении интерфейсов двух модулей в один общий интерфейс. Таким образом, к двум интерфейсам ЦП—ОП могут быть подключены два шкафа ОЗУ, т. е. оперативная память емкостью 4М байт.

Все входные сигналы ОЗУ разветвляются к двум УНМ, как показано на рис. 6.17, а, а все выдаваемые модулями интерфейсные сигналы объединяются по схеме, приведенной на рис. 6.17, б. Исключение составляют только сигналы обращения к двум модулям — ВВР1 и ВВР2. С помощью схемы, показанной на рис. 6.17, в, эти сигналы поступают в модули или нормально (при положении 1 переключателя К), или взаимноперекрестно (при положении 2 переключателя К). В первом случае сигналом ВВР1 производится выбор модуля в РА, во втором в РС. При возникшей неисправности в РА модуль в РС может быть переадресован как первый, и без прекращения работы процессора (с минимальной емкостью памяти) возможны выполнение ремонта или профилактики неисправного модуля.

Наличие в шкафу блока управления питанием (БУП-3) обеспечивает как местное, так и дистанционное включение питания. Совместно расположенные в унифицированных модулях питающие блоки обеспечиваются защитой как от пропадания фазы или от других аварийных ситуаций в сети питания, так и от

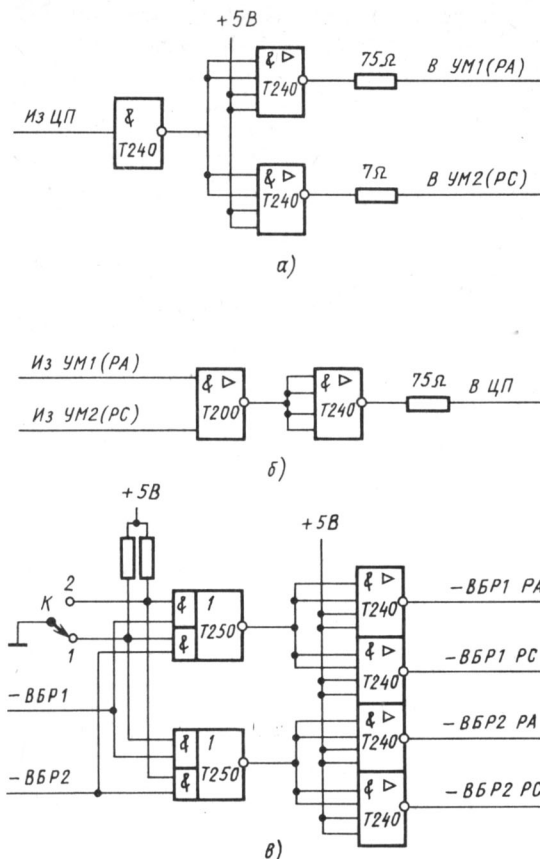


Рис. 6.17. Разветвление сигналов в шкафу ОЗУ:

а — цепи подачи входных сигналов в УНМ; б — объединение цепей выходных сигналов; в — цепи переключения сигналов обращения к модулю

производимом в СССР, используется многослойная запоминающая плата (ЕС 3238.0001), выполненная в виде ТЭЗ обычных размеров, на которой расположены 16 запоминающих ИС типа К565РУ1А, семь ТТЛ ИС — буферные усилительные схемы для адресов и управляющих сигналов — и восемь формирователей для выработки высоковольтных импульсов СЕ. Информационная емкость запоминающей платы равна $64К \times 1$ бит. Питание расположенных на ней схем осуществляется от источников с напряжением трех номиналов: $+12$, $+5$ и -5 В. Среднее потребление энергии при номинальном цикле составляет 1,9 Вт (30 мкВт/бит), а в режиме хранения информации — 375 мВт (6 мкВт/бит).

В унифицированном модуле всего смонтировано 144 запоминающих ТЭЗ — по два для каждого информационного разряда.

короткого замыкания во вторичной цепи. Важной функцией БУП-3 является подача питающих напряжений в определенной последовательности. При включении питания первыми включаются блоки — 5 В/8 А, а затем — $+5$ В/90 А и $+12$ В/20 А. Отключение производится в обратной последовательности. Это позволяет избежать опасности случайного оставления запоминающих схем без питающего напряжения $U_{ВВ} = -5$ В, что может привести к их повреждению.

6.3.8. Особенности унифицированного модуля, производимого в СССР

Основное отличие созданного в СССР унифицированного модуля ОЗУ (ЕС 3238.Е000) от рассматриваемого выше болгарского варианта заключается в конструкции запоминающей платы. В варианте УНМ,

Они занимают стандартные панели, в каждой из которых расположены 18 запоминающих ТЭЗ и два ТЭЗ с буферными схемами для входных и выходных сигналов.

Блок выработки управляющих сигналов, определяющих временную диаграмму работы УНМ, и блок управления питанием расположены на двух платах, размещенных в управляющей панели 1В.

В панелях 5А и 5В находятся блоки питания типа УВИП: +12 В/20 А, +5 В/40 А и —5 В/8 А.

В панели 1А предусмотрено место для установки блока автономного контроля. Это может быть как болгарский вариант блока, так и вариант, разработанный в СССР и располагающий дополнительной возможностью использования его для проверки запоминающих плат. Для его подключения предусмотрен соответствующий соединительный разъем.

ПУЛЬТ ОПЕРАТОРА И ПУЛЬТОВОЙ НАКОПИТЕЛЬ

Пульт оператора (ПО) представляет собой устройство ввода-вывода, обеспечивающее обмен управляющей информацией, а также ввод-вывод алфавитно-цифровой информации в режиме диалога оператора с вычислительной системой.

В составе системы ЕС 1035 используется несколько модификаций ПО. Связь между пультом оператора системы и ее центральным процессором осуществляется через *адаптер пульта оператора (АПО)*.

Пультовой накопитель (ПН) обеспечивает считывание информации (рабочих и диагностических микропрограмм) с гибкого магнитного диска (ГМД) и запись ее в УП. Комплект ГМД различного содержания обеспечивает хранение всей информации, необходимой для управления центральным процессором и организации контроля и диагностики ЭВМ. Вводимая в ЦП информация после ее интерпретирования определяет состояние процессора в каждый машинный такт. Связь между пультовым накопителем и ЦП осуществляется с помощью *адаптера пультового накопителя (АПН)*.

7.1. АДАПТЕР ПУЛЬТА ОПЕРАТОРА

Адаптер ПО имеет интерфейс, значительно упрощенный по сравнению со стандартным интерфейсом канала. С его помощью реализуется управляющая последовательность сигналов для работы ПО в режимах: ЧТЕНИЕ, ЗАПИСЬ и ИЗМЕНИТЬ-ОТОБРАЗИТЬ.

Аппаратура адаптера позволяет включать одновременно два операторских пульта (ПО1 и ПО2), один из которых — ПО2 — дистанционный.

Адаптер состоит из двух одинаковых частей, через одну из которых осуществляется связь с ПО1, а через вторую — с ПО2. Единственное различие между ними состоит в отсутствии аппаратных средств в части, относящейся к ПО2, обеспечивающих выполнение режима ИЗМЕНИТЬ-ОТОБРАЗИТЬ. Связь двух частей адаптера с ЦП реализована через *а с с е м б л е р* АПО.

В состав АПО, структурная схема которого приведена рис. 7.1, входят: выходной информационный регистр GRTE, входной

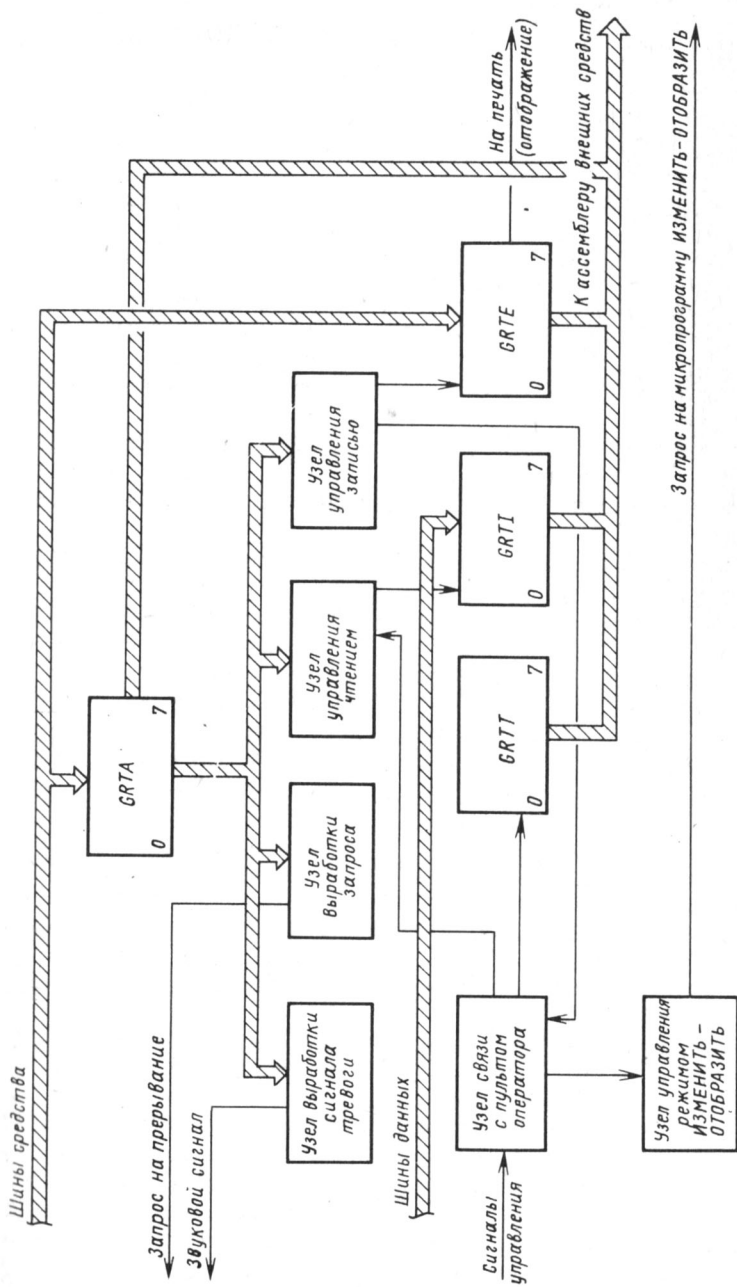


Рис. 7.1. Структурная схема адаптера пульта оператора

7.1. Регистр GRTA

Разряд	Назначение
0	Определяет работу адаптера в режиме ЧТЕНИЕ
1	Определяет работу адаптера в режиме ЗАПИСЬ
2	Вырабатывает запрос адаптера на микропрограммное прерывание
3	Установка его в состояние 1 снимает запрос адаптера на микропрограммное прерывание
4	В состоянии 1 вызывает сброс триггеров ОКОНЧИТЬ и АННУЛИРОВАТЬ регистра GRTT, а при отсутствии сигнала РЕЖ СЧЕТ — триггера ВНИМАНИЕ
5	Служит признаком выполнения команды УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ: в состоянии 1 вызывает микропрограммное прерывание, при котором в ЦП передается байт уточненного состояния
6	Не используется
7	При выполнении команды ТРЕВОГА этот бит устанавливается в состояние 1, вызывающее включение на пульте оператора индикатора ТРЕВОГА и звукового сигнала

информационный регистр GRTI, регистр GRTA для управления диалогом через интерфейс со стороны ЦП, регистр GRTT для запоминания состояния и команд ПО, узлы выработки запроса на микропрограммное прерывание, управления записью, управления считыванием, управления режимом ИЗМЕНИТЬ-ОТОБРАЗИТЬ, связи с ПО и выработки сигнала ТРЕВОГА.

Регистр управления GRTA однобайтный. Его отдельные разряды устанавливаются микропрограммно. Информация поступает в регистр GRTA из ЦП по ШИН СРЕД. Назначение отдельных разрядов регистра GRTA приведено в табл. 7.1.

Регистр GRTT для запоминания состояния и команд, выдаваемых с ПО, также однобайтный. Отдельные его разряды устанавливаются в соответствии с управляющими переключателями и индикаторами ПО. В отличие от других регистров адаптера GRTT состоит из отдельных триггеров, каждый из которых имеет отдельные цепи для установки в состояние 1 или сброса в состояние 0. Условия установки и назначение разрядов регистра GRTT приведены в табл. 7.2.

Выходной информационный регистр GRTE (однобайтный) используется для вывода информации на ПО (в частности, на печать, если ПО снабжен пишущей машинкой — прим. перев.). Загрузка GRTE производится по шинам ШИН СРЕД.

Входной информационный регистр GRTI (однобайтный) используется для приема информации от ПО (например, с клавиатуры пишущей машинки или видеотерминала — прим. перев.). Прием информации в GRTI происходит по сигналу, вырабатываемому узлом управления чтением.

Узел выработки запроса на прерывание вырабатывает запрос на микропрограммное прерывание по сигналу с одного из пультов

Разряд	Условие установки в состояние 1	Назначение
0	Устанавливается в состояние 1 при нажатии на ПО переключателя клавиши ВНИМАНИЕ Сбрасывается в состояние 0 при установке в 1 GRTA [4]	Организация передачи в ЦП байта состояния с индикатором ВНИМАНИЕ
1	Устанавливается в состояние 1 при нажатии на ПО клавиши ГОТОВО Сбрасывается нажатием на ПО клавиши НЕ ГОТОВО	Указывает на готовность ПО к работе
2	Устанавливается в состояние 1 нажатием на ПО клавиши ИЗМ-ОТОБР	Для организации режима ИЗМЕНИТЬ-ОТОБРАЗИТЬ
3	Устанавливается в состояние 1 при обнаружении сбоя в аппаратуре ПО или задержке более чем на 3 с выдачи ответного сигнала на сигнал—запрос из адаптера ЦИКЛ ПЕЧАТИ	
4	Не используется	
5	Устанавливается в состояние 1 при нажатии на ПО клавиши ОКОНЧИТЬ	Прекращает выполнение текущей операции
6	Устанавливается в состояние 1 при возникновении в адаптере ПО условия, требующего микропрограммной обработки	По сигналу ТРЕБОВАНИЕ вырабатывается запрос АПО на микропрограммное прерывание
7	Устанавливается в состояние 1 при нажатии на ПО клавиши АННУЛИР в процессе выполнения команды ЧИТАТЬ	Установка в состояние 1 индикатора ОСОБЫЙ СЛУЧАЙ в байте состояния ПО

оператора. Такой запрос формируется при отсутствии режима ИЗМЕНИТЬ-ОТОБРАЗИТЬ.

Узел управления записью предназначен для организации вывода (печати или отображения) передаваемого символа, код которого устанавливается на выходной информационной шине АПО.

Узел управления чтением предназначен для управления вводом поступающего из ПО байта информации во входной информационный регистр GRTI.

Узел управления режимом ИЗМЕНИТЬ-ОТОБРАЗИТЬ предназначен для формирования запроса на микропрограммное прерывание при выборе соответствующего режима. Запрос поступает в блок микропрограммного прерывания. Операция ИЗМЕНИТЬ-ОТОБРАЗИТЬ выполняется, если ЦП находится в состоянии ручного режима работы (включен индикатор РУЧНАЯ на инженерном пульте).

Узел связи с ПО служит для преобразования и согласования управляющих сигналов между АПО и ПО.

Узел выработки сигнала тревога включает соответствующую индикацию на ПО и генератор звукового сигнала при возникновении условий тревоги. Отключение сигнала тревоги осуществляется соответствующим клавишным переключателем на ПО.

7.1.1. Режимы работы АПО

Режим **ЗАПИСЬ** устанавливается при командах **ЗАПИСАТЬ** и **ЗАПИСАТЬ С АВТОМАТИЧЕСКИМ ВОЗВРАТОМ** каретки. Рабочая временная диаграмма режима **ЗАПИСЬ** приведена на рис. 7.2.

При дешифровании команды **ЗАПИСАТЬ** (01) микропрограммно устанавливается в состояние 1 **GRTA** [1]. Вырабатывается сигнал **ЗАПРОС НА МИКРОПРОГРАММНОЕ ПРЕРЫВАНИЕ**, поступающий в узел микропрограммных прерываний. Выполнение режима **ЗАПИСЬ** продолжается под управлением микропрограммы.

Считанный из ОП код выводимого символа после перекодирования из кода ДКОИ в код ПО (с помощью таблицы перекодирования, находящейся в УП) по вырабатываемому микропрограммой сигналу поступает в регистр **GRTE**. Из регистра **GRTE** код выводимого символа передается в узел управления ПО. Запрос адаптера снимается микропрограммой при установлении **GRTA** [3] в состояние 1. В ответ на сигнал **ЦИКЛ ПЕЧАТИ** из узла управления ПО поступает сигнал **ЗАНЯТО**. После выполнения операции вывода сигнала **ЗАНЯТО** снимается, что приводит к выработке в АПО нового микропрограммного прерывания, в процессе которого выводится следующий символ. Ввод из ОП в режиме **ЗАПИСЬ** блокируется.

Режим **ЧТЕНИЕ** устанавливается командой **ЧИТАТЬ**. Временная диаграмма работы в режиме **ЧТЕНИЕ** изображена на рис. 7.3.

При дешифровании команды **ЧИТАТЬ** (0A) разряд 0 **GRTA** устанавливается в состояние 1. Одновременно на ПО включается индикатор **ВВОД РАЗРЕШЕН**. При нажатии клавиши вводимого символа в ПО вырабатывается запрос и код вводимого символа заносится в **GRTI**. Этот код перекодировуется из кода ПО в код ДКОИ и записывается в ОП. Код символа также заносится из **GRTI** в байт 3 регистра **GRMBS**, откуда для вывода символа на ПО с целью печати на ПМ или отображения он передается в регистр **GRTE**. Алгоритм вывода знака в этом случае аналогичен алгоритму режима **ЗАПИСЬ**.

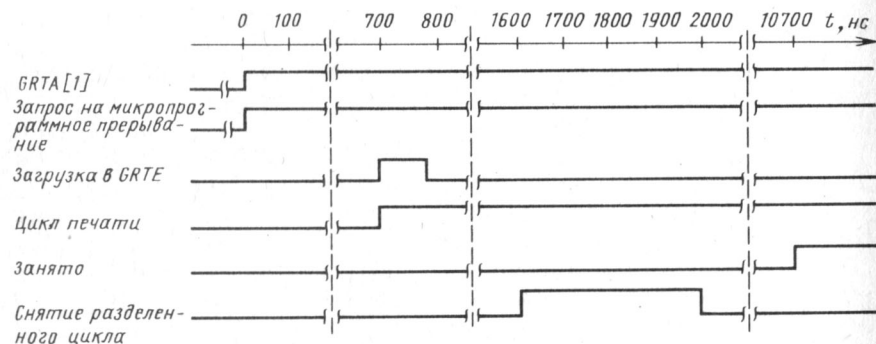


Рис. 7.2. Временная диаграмма работы АПО в режиме **ЗАПИСЬ**

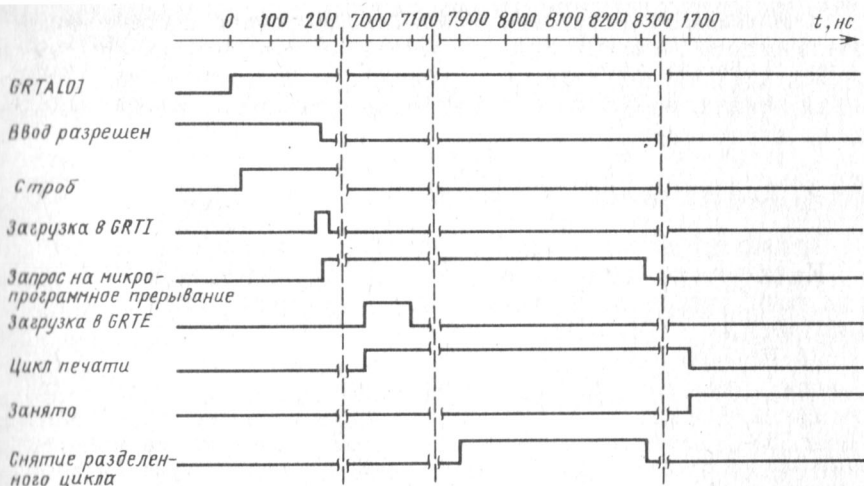


Рис. 7.3. Временная диаграмма работы АПО в режиме ЧТЕНИЕ

Режим **ИЗМЕНИТЬ-ОТОБРАЗИТЬ** устанавливается по инициативе оператора и выполняется, когда ЦП находится в режиме ручной работы. Режим **ИЗМЕНИТЬ-ОТОБРАЗИТЬ** позволяет производить изменение или отображение данных, находящихся в ОП, УП, ЛП, в памяти ключей защиты, в управляющих регистрах, регистрах общего назначения, регистрах операндов с плавающей запятой и текущего слова состояния программы (ССП).

При работе в режиме **ИЗМЕНИТЬ-ОТОБРАЗИТЬ** ввод и вывод алфавитно-цифровой информации производится в коде ДКОИ, в котором каждый символ представляется двумя шестнадцатеричными цифрами. Функции, которые могут быть выполнены в режиме **ИЗМЕНИТЬ-ОТОБРАЗИТЬ**, приведены в табл. 7.3.

7.3. Режим **ИЗМЕНИТЬ-ОТОБРАЗИТЬ**

Функция в режиме		Границы адресов	Вид памяти
ИЗМЕНИТЬ	ОТОБРАЗИТЬ		
AM	DM	0—7FFFF	Оперативная память
AK	DK	0—7FFFF	Ключи памяти
AS	DS	0—FFFF	Управляющая память
AL	DL	0—7F	Локальная память
AC	DC	0—F	Управляющие регистры
AG	DG	0—F	Регистры общего назначения
AF	DF	0, 2, 4, 6	Регистры с плавающей запятой
AP	DP	—	Текущий P
T	T	—	T
AV	DV	—	Виртуальная память

Примечание. Расширенная локальная память может быть отображена, но не изменена.

В первых двух столбцах таблицы дано mnemonic обозначение выполняемых функций в режимах ИЗМЕНИТЬ и ОТОБРАЗИТЬ, а в третьем и четвертом столбцах указаны границы адресов и вид памяти, по отношению к которой реализуется данная функция.

7.1.2. Команды пульта оператора

Команды, выполняемые ПО, приведены в табл. 7.4.

Коды команд, не соответствующие перечисленным в табл. 7.4, вызывают установку в байте уточненного состояния индикатора КОМАНДА ОТВЕРГНУТА (табл. 7.5).

ЗАПИСАТЬ. Команда ЗАПИСАТЬ принимается АПО при условии, что ПО находится в состоянии ГОТОВ, команда имеет правильный формат и ПО не занят выполнением других операций. Если ПО находится в состоянии НЕ ГОТОВ, то устанавливается признак результата 1, в байте уточненного состояния устанавливается 1 в индикаторе ТРЕБУЕТСЯ ВМЕШАТЕЛЬСТВО, а в байте состояния — в индикаторе СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ. При этом байт состояния и байт уточненного состояния запоминаются в слове состояния канала (ССК) в следующих ситуациях:

при начальной выборке команды НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД, инициирующей команду ЗАПИСАТЬ;

при обработке следующего прерывания ввода-вывода.

7.4. Команды пульта оператора

Команда	Код команды
ЗАПИСАТЬ	0000 0001
ХОЛОСТОЙ ХОД	0000 0011
УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ	0000 0100
ЗАПИСЬ С АВТОМАТИЧЕСКИМ ВОЗВРАТОМ КАРЕТКИ	0000 1001
ЧИТАТЬ	0000 1010
ТРЕВОГА	0000 1011

7.5. Байт уточненного состояния

Бит	Значение
0	КОМАНДА ОТВЕРГНУТА
1	ТРЕБУЕТСЯ ВМЕШАТЕЛЬСТВО
2	ОШИБКА В ВЫХОДНОЙ ШИНЕ
3	СВОЙ В ОБОРУДОВАНИИ
4—7	Не используются

При приеме в АПО команды ЗАПИСАТЬ разряд GRTA [1] устанавливается в состояние 1 и вырабатывается запрос на микропрограммное прерывание, в результате чего выполняется микропрограмма GKDT. При выполнении микропрограммы прерывания первый выводимый символ считывается из ОП в коде ДКОИ, перекодируется в код ОП и передается из ПО для отображения (печати) или для выполнения служебной функции. Адрес данных в УСУ увеличивается на 1, а счетчик данных соответственно уменьшается на 1 при каждом переданном символе. После того как переданный из ПО символ будет отображен (отпечатан) или будет завершено выполнение служебной функции, АПО вновь вырабатывает запрос и цикл полностью повторяется.

После завершения операции, связанной с записью (при нулевом состоянии счетчика данных или при нажатии клавиши переключателя ОКОНЧИТЬ), проверяется готовность ПО. Если ПО находится в состоянии НЕ ГОТОВ, выполнение цепочки команд или цепочки данных заканчивается и в БС устанавливаются в состояние 1 индикаторы СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ, КАНАЛ КОНЧИЛ, УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО, а в байте уточненного состояния устанавливается в состояние 1 индикатор ТРЕБУЕТСЯ ВМЕШАТЕЛЬСТВО.

Состояние счетчика данных проверяется в каждом цикле вывода символа. Это происходит после передачи байта данных в ПО и модификации адреса и счетчика данных. При нулевом содержимом счетчика и наличии признака цепочки данных происходит переход к микропрограмме обработки цепочки данных для вывода нового управляющего слова канала.

В случае отсутствия признака цепочки данных выполняются следующие действия:

в управляющем слове ПО устанавливается в состояние 1 признак нулевого содержимого счетчика;

в следующем микропрограммном цикле в байте состояния устанавливается 1 в индикаторе КАНАЛ КОНЧИЛ и УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО;
сбрасывается GRTA [1].

При наличии признака цепочки команд байт состояния ПО сбрасывается в нулевое состояние и осуществляется переход к микропрограмме GMCR обработки цепочки команд с выборкой для этого нового ССВ.

Признак НЕПРАВИЛЬНАЯ ДЛИНА устанавливается в состояние 1 при отсутствии признака ПОДАВЛЕНИЕ ИНДИКАЦИИ НЕПРАВИЛЬНОЙ ДЛИНЫ в каждой команде ЗАПИСАТЬ, за исключением команд, имеющих признак цепочки данных. Этот признак неправильной длины устанавливается в микропрограммном цикле, следующем за циклом, в котором обнаруживается нулевое содержимое счетчика данных.

При выполнении команды ЗАПИСАТЬ ввод информации с клавиатуры ПО в АПО блокируется.

При нажатии клавиши переключателя ОКОНЧИТЬ операция записи завершается.

После окончания выполнения команды ЗАПИСАТЬ отпечатывается звездочка (*) и устанавливается новая строка.

ХОЛОСТОЙ ХОД. Эта команда выполняется немедленно независимо от состояния готовности ПО. При выполнении команды **ХОЛОСТОЙ ХОД** не устанавливаются в состояние 1 указатели **СБОЙ В УСТРОЙСТВЕ** и **ТРЕБУЕТСЯ ВМЕШАТЕЛЬСТВО**. В CSW, запоминающем команду **НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД**, при инициировании команды **ХОЛОСТОЙ ХОД** (если отсутствует признак цепочки команд) в БС устанавливаются в состояние 1 признаки **КАНАЛ КОНЧИЛ** и **УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО**.

УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ. Команда **УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ** выполняется независимо от работоспособности ПО, осуществляя считывание из УП байта уточненного состояния и записывая его в ячейку ОП, заданную в адресной части команды.

Если ПО неработоспособен, то признаки **СБОЙ В УСТРОЙСТВЕ** в байте состояния и **ТРЕБУЕТСЯ ВМЕШАТЕЛЬСТВО** в байте уточненного состояния не устанавливаются.

При выполнении команды **УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ** счетчик данных должен содержать единицу. Если его содержимое превышает единицу при отсутствии признака **ПОДАВЛЕНИЕ ИНДИКАЦИИ НЕПРАВИЛЬНОЙ ДЛИНЫ**, то в УСУ устанавливается признак **НЕПРАВИЛЬНАЯ ДЛИНА**. В CSW при команде **УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ** устанавливаются признаки **КАНАЛ КОНЧИЛ** и **УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО**.

ЗАПИСАТЬ С АВТОМАТИЧЕСКИМ ВОЗВРАТОМ КАРЕТКИ. Данная команда выполняется по тому же принципу, что и команда **ЗАПИСАТЬ**, но с возвратом каретки и переводом строки при каждом достижении нулевого значения счетчиком данных.

ЧИТАТЬ. Команда **ЧИТАТЬ** принимается из АПО при условии, что ПО находится в состоянии **ГОТОВ**, не занят выполнением другой операции, и команда **ЧИТАТЬ** имеет правильный формат.

В случае неготовности ПО устанавливается признак результата, равный 1. При этом в CSW устанавливается признак **СБОЙ В УСТРОЙСТВЕ** во время начальной выборки команды **НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД**, инициирующей команду **ЧИТАТЬ**, или при обработке последующего прерывания ввода-вывода.

Если команда **ЧИТАТЬ** будет принята из ПО, то АПО устанавливается в режим **ЧТЕНИЕ** и на пульте оператора включается индикатор **ВВОД РАЗРЕШЕН**. Передача в ЦП девятиразрядного кода символа (включающего и бит контроля четности) выполняется через регистр адаптера GRTI. В случае обнаружения ошибки в четности устанавливаются признаки **СБОЙ В УСТРОЙСТВЕ** в байте состояния и **СБОЙ В ОБОРУДОВАНИИ** в байте уточненного состояния, но выполнение операции не прерывается до полного ее завершения.

Поступающий из ПО код, после перекодирования с помощью таблицы перекодирования, находящейся в УП, записывается в ОП. Вслед за этим данный символ в коде ПО передается в регистр GRTE для возвращения в ПО для отображения или печати.

При нажатии клавиши переключателя **ОКОНЧИТЬ** на пульте оператора операция **ЧТЕНИЕ** завершается. При нажатии клавиши **АННУЛИРОВАТЬ** операция также завершается, но при этом отображается (отпечатывается) звездочка, переводится каретка, и устанавливается новая строка.

При достижении нулевого состояния счетчиком данных операция заканчивается в следующем микропрограммном цикле после подачи кода какого-либо символа. Код этого символа не записывается в ОП, и знак не выводится обратно. При вводе алфавитно-цифрового символа или кода переключателя, значения которых отличны от **ОКОНЧИТЬ** или **АННУЛИРОВАТЬ**, в CSW устанавливается признак **НЕПРАВИЛЬНАЯ ДЛИНА** при отсутствии признака **ПОДАВЛЕНИЕ ИНДИКАЦИИ НЕПРАВИЛЬНОЙ ДЛИНЫ**.

Когда завершается операция **ЧТЕНИЕ**, проверяется готовность пульта оператора. В случае его неготовности выполнение цепочек команд или данных запрещается, и в байте состояния устанавливаются признаки: **СБОЙ В УСТРОЙСТВЕ**, **КАНАЛ КОНЧИЛ** и **УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО**.

ТРЕВОГА. Команда **ТРЕВОГА** — немедленно исполняемая команда, сопровождаемая звуковым сигналом тревоги. Этот сигнал сообщает оператору о необходимости ручного вмешательства. Команда **ТРЕВОГА** выполняется и в случае, когда ПО находится в неготовом состоянии.

7.2. ПУЛЬТ ОПЕРАТОРА ЕС 1535.01

Пульт оператора ЕС 1535.01 выполнен в виде общей тумбы, включающей печатающий механизм ЕС 7187, клавиатуру, блок управления и блок питания. Вводимые и выводимые символы отпечатываются печатающим механизмом последовательного действия.

Основные технические характеристики пульта оператора ЕС 1535.01

Максимальная скорость печати — 30 знаков/с

Число типов печатаемых символов — 94

Максимальное число символов в строке — 132

Номинальная скорость работы клавиатуры — 20 знаков/с

Максимальное число отпечатываемых копий — 3

Управление питанием — местное и дистанционное

Пульт оператора ЕС 1535.01 работает в **д в у х р е ж и м а х**:
автономном — устройство работает самостоятельно, печатая алфавитно-цифровую информацию, вводимую непосредственно с его клавиатуры. Интерфейс связи с АПО блокирован;

комплексном — устройство работает совместно с ЕС 1035, при этом возможно исполнение автономных тестов.

Общая структурная схема пульта оператора ЕС 1535.01 приведена на рис. 7.4.

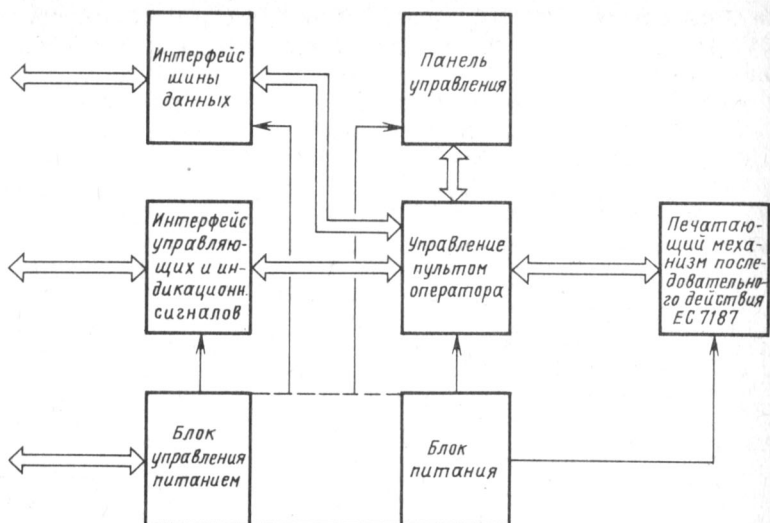


Рис. 7.4. Структурная схема ПО ЕС 1535.01

Печатающий механизм последовательного действия обеспечивает печать на бумажном носителе алфавитно-цифрового текста и различных специальных знаков. Печать осуществляется с помощью гибкого сменного печатающего диска с нанесенными на него литерами и сменной кассеты с одноцветной или двухцветной лентой. Управление печатающим механизмом последовательного действия осуществляется блоком управления с помощью специально предназначенной для него последовательности интерфейсных сигналов.

Панель управления включает алфавитно-цифровую клавиатуру, световые индикаторы, переключатели длины печатаемой строки и режима, а также ключ включения питания.

В **блок управления** входят узлы, обслуживающие панель управления, печатающий механизм и интерфейс. Логические схемы управления производят анализ принимаемой на печать информации и вырабатывают сигналы управления отдельными узлами печатающего механизма. В управлении реализована схема обнаружения одиночных и двойных ошибок, возникающих в печатающем механизме при выполнении операций печати символов, перемещения каретки и подачи бумаги. При обнаружении одиночной ошибки происходит ее регистрация, аппаратура ПО приводится в начальное состояние и, если не возникает двойная ошибка, продолжается нормальная работа устройства. При наличии двойной ошибки вырабатывается соответствующий интерфейсный сигнал ошибки и ПО переводится в состояние неготовности.

Шифратор клавиатуры вырабатывает код, соответствующий нажатой клавише. При этом осуществляется электронная блоки-

ровка клавиатуры, предотвращающая возможность одновременного нажатия более чем одной алфавитно-цифровой или функциональной клавиши.

В интерфейсный блок входят приемники и передатчики, обеспечивающие согласование обмена логическими взаимосвязанными сигналами между ПО и АПО.

7.3. ПУЛЬТ ОПЕРАТОРА ЕС 1535.03

Пульт оператора ЕС 1535.03 отвечает повышенным техническим требованиям и инженерной психологии, обеспечивая гармоничную связь между параметрами технических средств и психомоторными возможностями человека-оператора. Устройство состоит из трех настольных модулей — *видеомонитора со встроенным управляющим устройством, клавиатуры и выходного печатающего устройства*. Настольные устройства расположены на столе специальной формы, удовлетворяющей эргономическим требованиям. Имеется возможность изменения положения клавиатуры относительно видеомонитора в соответствии с индивидуальными требованиями оператора.

Вводимые и выводимые сообщения отображаются на экране видеомонитора. При этом существует возможность документирования диалога оператора с ЭВМ путем выдачи на печать отображаемых на экране сообщений. В выходном печатающем устройстве предусмотрен транспортный механизм для использования бумажного носителя типа листинга или в виде рулона.

Основные технические характеристики пульта оператора ЕС 1535.03

Максимальная скорость вывода данных на видеомонитор без печати — 5500 знаков/с

Максимальное число знаков, отображаемых на экране видеомонитора — 1920 (24 строки по 80 знаков)

Максимальная скорость печати выходным печатающим устройством — 30 знаков/с

Номинальная возможная скорость работы клавиатуры — 20 знаков/с

Растр ЭЛТ видеомонитора — стандартный

Число строк в кадре — 312

Матрица изображаемых знаков — 8×8

Экран видеомонитора разделен на три зоны с помощью двух ярких разделительных линий. Зоны расположены сверху вниз в следующем порядке: зона диалога (16 строк), зона редактирования (4 строки) и зона служебной информации (4 строки).

Основные функции, выполняемые пультом ЕС 1535.03

Ввод с клавиатуры пульта кодов букв, цифр и специальных символов, а также кодов пробела и новой строки.

Отображение сообщений, вводимых с клавиатуры и подготовляемых к вводу в ЭВМ в зону редактирования видеомонитора.

Отображение выводимых из ЭВМ сообщений в зоне диалога видеомонитора. Отображение служебных сообщений, выводимых из ЭВМ в зону служебных сообщений экрана видеомонитора.

Печать сообщений, отображаемых в зоне диалога, выходным печатающим устройством.

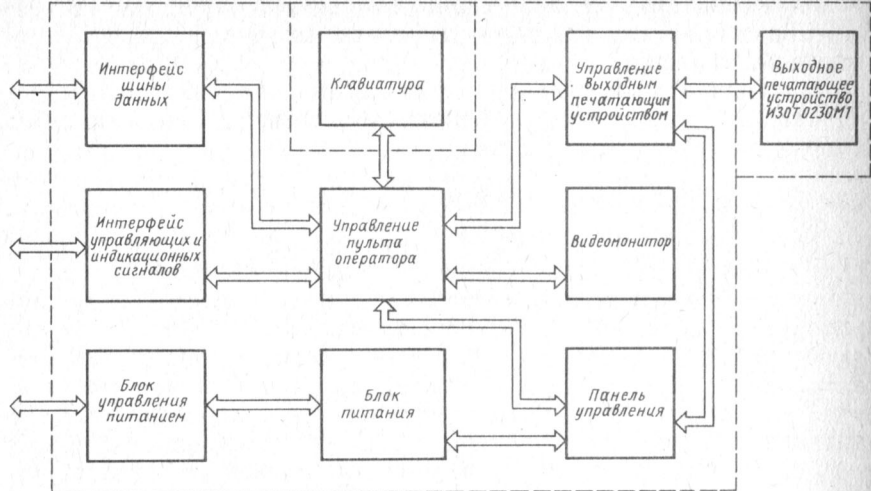


Рис. 7.5. Структурная схема ПО ЕС 1535.03

Пульт оператора работает в трех режимах: *диагностическом*, в котором производится выполнение автономных тестов, обеспечивающих высокую степень проверки и диагностирования пульта ЕС 1535.03;

автономном, когда осуществляется ввод алфавитно-цифровой информации с клавиатуры пульта в зону редактирования видеомонитора;

комплексном, когда происходит обмен информацией между ПО ЕС 1535.03 и АПО. Выводимая информация отображается в зоне диалога или в зоне служебной информации.

Общая структурная схема пульта оператора ЕС 1535.03 приведена на рис. 7.5.

Клавиатура оформлена в виде *отдельного узла*, связанного с видеомонитором через кабель. На ее лицевой поверхности расположены алфавитно-цифровые клавиши и световые индикаторы.

Ввод информации с клавиатуры осуществляется через встроенное кодирующее устройство, которое обеспечивает:

ввод кода, соответствующего нажатой клавише, в сопровождении контрольного бита по четности и стробирующего сигнала;

возможность многократного повторения вводимого символа при однократном нажатии клавиши (режим ПОВТОРЕНИЕ);

электронную блокировку клавиатуры при неправильной работе;

звуковую индикацию при вводе кода символа или служебной команды при блокировке клавиатуры.

Алфавитно-цифровое поле клавиатуры условно разделено на десять зон, соответствующих участкам работы по десятипальцевой системе. Клавиатура позволяет производить без блокировки одновременное нажатие десяти клавиш в различных участках, а порядок ввода символов соответствует последовательности нажатия клавиш.

Блок видеомонитора включает электронно-лучевую трубку (ЭЛТ), отклоняющие системы и схемы управления ими.

Блок управления выходным печатающим устройством осуществляет управление печатью информации, отображенной в зоне диалога видеомонитора, в соответственно выбранном режиме печати диалога оператора с машиной. Через буферную память, информационная емкость которой равна одной текстовой строке видеомонитора и которая имеет два буферных каскада, информация выдается на печать. Это позволяет избежать задержки в обмене с ЭВМ из-за печати сообщений со сравнительно низкой скоростью.

Блок управления пульта оператора ЕС 1535.03 содержит память экрана, сохраняющую информацию, отображаемую на экране видеомонитора, адресные регистры и схемы выполнения арифметических операций над адресами, узлы синхронизации пульта, схемы записи символов в память экрана через входной интерфейс и с клавиатуры, схемы передачи кода символа из зоны редактирования в память экрана через выходной интерфейс. Кроме того, блок управления осуществляет синхронизацию приема и передачи сообщений по шинам интерфейса, обеспечивает выполнение операций по перемещению курсора и автономную проверку устройства.

Пульт оператора ЕС 1535.03 управляется микропрограммно с помощью диагностических и рабочих микропрограмм пульта ЕС 1535.01. Он является «прозрачным» (не изменяет структуру передаваемой информации — *прим. перев.*) по отношению к интерфейсу ввода-вывода АПО и, работая по асинхронному принципу, обеспечивает приоритетность выполнения интерфейсных операций.

7.4. АДАПТЕР ПУЛЬТОВОГО НАКОПИТЕЛЯ

7.4.1. Общие сведения

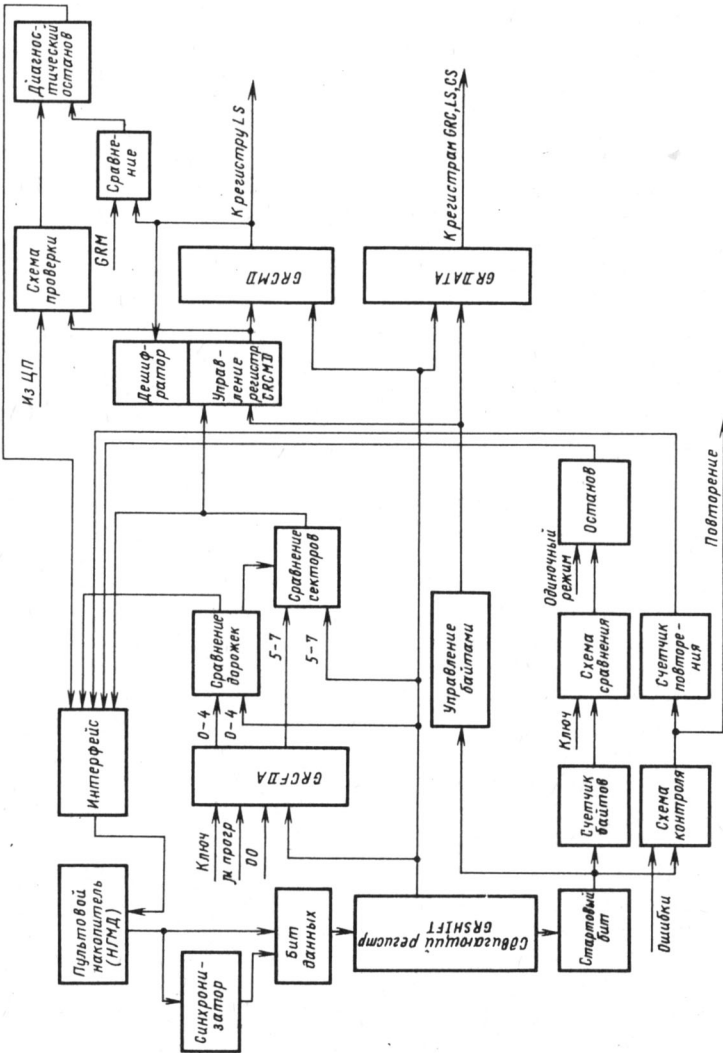
Адаптер пульта накопителя осуществляет связь между центральным процессором ЕС 2435 и пультовым накопителем ЕС 3535.

Данные, поступающие из пульта накопителя, загружаются с помощью АПН в управляющую память ЦП. Загруженные в УП данные представляют собой микропрограммы команд ЦП или диагностические микропрограммы его проверки. Питание ПН включается нажатием кнопки ПУСК ПН на инженерном пульте ЦП.

Данные, поступающие в АПН, сформированы на 32 дорожках концентрических окружностях ГМД, каждая из которых содержит 2К байт информации и разделена на восемь секторов.

Данные ПН на дорожках записаны последовательно. Первый байт, считанный после секторного импульса, называется *адресным байтом (собственный адрес сектора)*. Адаптер опознает байт, считанный после адресного, как командный. После командного байта следуют байты данных.

Рис. 7.6. Структурная схема адаптера пультавого накопителя



В состав АПН, структурная схема которого показана на рис. 7.6, входят сдвигающий регистр GRSHIFT, адресный регистр GRCFDA, командный регистр GRCMD, буферный регистр данных GRDATA, схемы синхронизации, схемы дешифрования команд, схемы управления позиционированием магнитной головки (прямой доступ), схемы подсчета считанных байтов.

При заполнении GRSHIFT первым (адресным) байтом происходит его сравнение с содержимым GRCFDA. Если адреса различны, то считывание прекращается и магнитная головка НГМД перемещается внутрь или наружу. Если адреса одинаковы, то продолжается считывание.

Следующий вдвигаемый в GRSHIFT байт — командный. Он пересылается в GRCMD и дешифруется как команда.

Остальные байты, поступающие в GRSHIFT, могут быть данными или новыми командами. Выполняемые команды управляют в основном перемещением информации по назначению. При нормальной (правильной) загрузке с дискета в управляющую память АПН выдает команду на отключение питания ПН.

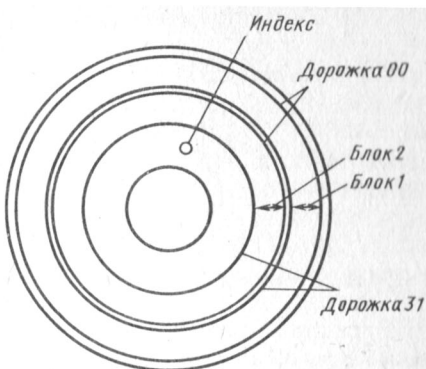


Рис. 7.7. Расположение информации на ГМД

7.4.2. Форматы информации

Дисковый формат. ГМД содержит два независимых блока данных (рис. 7.7), размещенных в 256 секторах каждый. В АПН имеются средства адресации 256 секторов, для чего необходимо перед загрузкой в УП выбрать один из двух блоков. Выбор блока 1 или блока 2 производится с инженерного пульта ПН. Блок 2 может дублировать содержимое блока 1. (По индексному отверстию определяется начало оборота диска — *прим. перев.*)

Характеристики дискового формата

Размещение информации на ГМД — в 2 блоках по 32 дорожки
Сектора — 8 секторов (0—7) на дорожке или 256 секторов (00—FF) в блоке
Время одного оборота диска — 166,7 мс
Импульс начала оборота (секторный импульс) — каждые 166,7 мс
Длительность импульса начала оборота — 2 мс
Время между синхроимпульсами (СИ) — 32 мкс

Байтовый формат. Каждый байт, независимо от типа информации (данные, адрес, команда) представлен 10 позициями битов. Первая позиция отмечает начало байта. Содержащийся в ней бит



Рис. 7.8. Представление байта информации по методу двойной частоты

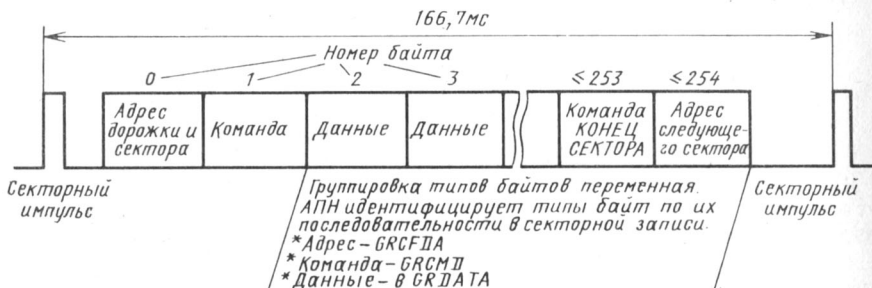


Рис. 7.9. Расположение информации в секторе

называют *стартовым*. Последняя позиция содержит *контрольный бит нечетности*, который относится к информационным битам. Байты записываются на дорожку последовательно — бит за битом (рис. 7.8).

Секторный формат. Сектор содержит не более 255 байт (рис. 7.9). В конце сектора записывается еще один байт нулевого содержания, по стартовому биту которого определяется прием последнего байта сектора.

Байт данных. Байты данных группируются по четыре. Каждой группе предшествует командный байт или — в режиме компактных данных — другая группа из четырех байтов.

Командный байт определяет действие схем АПН. Второй байт после секторного импульса всегда командный (см. рис. 7.9). Каждая команда определяет тип байта или группы байтов, расположенных в секторе после нее.

Формат GRСFPA								
Дорожка					Сектор			
Бит	0	1	2	3	4	5	6	7
Вес	16	8	4	2	7	4	2	1

Рис. 7.10. Распределение битов адресного байта, определяющего секторный адрес

Адресный байт. Первый байт, следующий за каждым секторным импульсом, всегда адресный (рис. 7.10). В нем содержится адрес сектора (номер дорожки и номер сектора) от 0 до 256.

Синхронизация. Адаптер вырабатывает *синхронизирующие сигналы* по старт-стопному принципу. При каждом пуске синхронизации вырабатываются следующие сигналы: **СИ1** (от 2,88 до 5,76 мкс), **СИ2** (от 9,64 до 20,48 мкс), **СИ3** (от 20,50 до 20,68 мкс), **ВИМП** (от 20,88 мкс до следующего пуска). Пуск производится по переднему фронту каждого секторного импульса или от синхроимпульса на линии обмена данными между ПН и АПН (рис. 7.11).

Готовность сектора. После включения питания ПН (нажатием клавиши ПУСК ПН) и до получения сигнала о готовности ПН (НАКОПИТЕЛЬ ГОТОВ), т. е. пока отсутствует сигнал ПН ГОТОВ, триггер СЕКТОР установлен в состояние 1, а триггер УПРАВЛЕНИЕ ГОЛОВКОЙ сброшен в нулевое состояние (рис. 7.12).

Первый секторный импульс (СИМП) запускает схему выработки *короткого секторного импульса* (КСИМП). Импульс КСИМП производит пуск синхронизации АПН и сбрасывает триггер СЕКТОР, что приводит к установке в состояние 1 триггера УПРАВЛЕНИЕ ГОЛОВКОЙ. Во время синхроимпульса СИ3 триггер КОРОТКИЙ СЕКТОР 20 мкс устанавливается в состояние 1, и действие сигнала КСИМП прекращается.

Следующий сигнал СИМП вновь переводит сигнал КСИМП в состояние 1, что, в свою очередь, устанавливает 1 в триггере СЕКТОР и запускает синхронизацию АПН. Условия, необходимые для установки в состояние 1 триггера СЕКТОР ГОТОВ, выполняются во время синхроимпульса СИ3. Наличие диска в ПН опознается по состояниям триггеров СЕКТОР и УПРАВЛЕНИЕ ГОЛОВКОЙ, когда они пересчитают два секторных импульса.

Триггеры СЕКТОР и УПРАВЛЕНИЕ ГОЛОВКОЙ производят пересчет двух СИМП и в том случае, когда происходит установка положения (позиционирование) магнитной головки. При несовпадении секторов или при считывании конца сектора триггер СЕКТОР ГОТОВ сбрасывается и находится в нулевом состоянии до следующего СИМП.

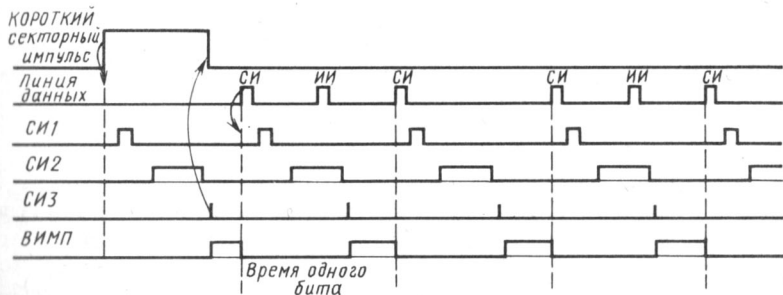


Рис. 7.11. Основная временная диаграмма АПН

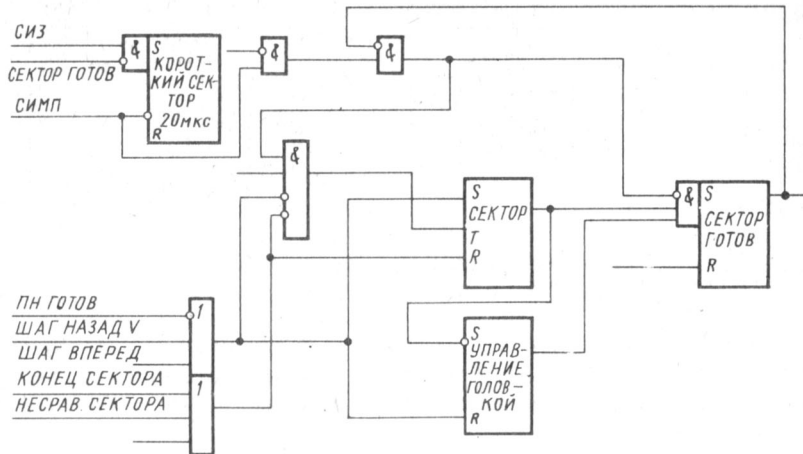


Рис. 7.12. Схема управления триггером СЕКТОР ГОТОВ

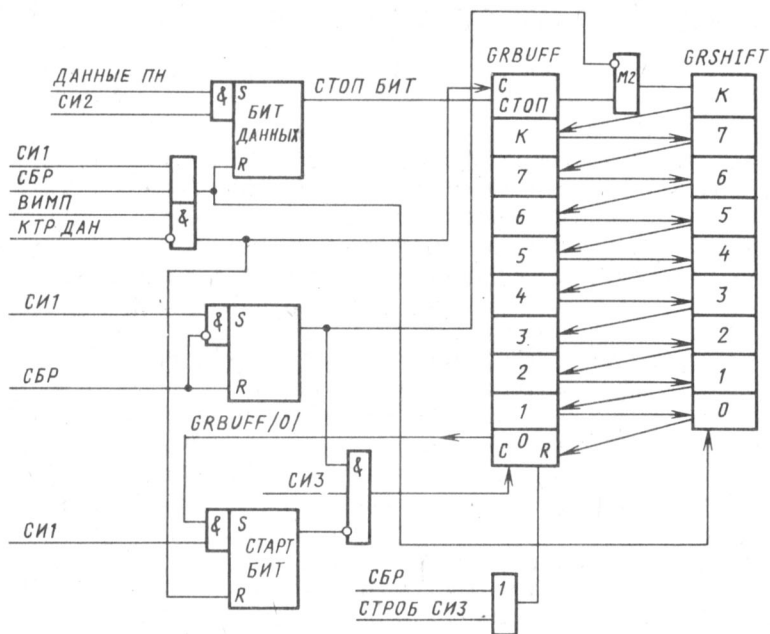


Рис. 7.13. Схема сдвигающего регистра GRSHIFT

Сдвигающий регистр состоит из девяти (К, 0—7) триггеров с общей цепью подачи синхроимпульса при записи, десяти буферных триггеров GRBUFF (СТОП, К, 0—7), триггера БИТ ДАННЫХ и триггера СТАРТ БИТ (рис. 7.13).

Данные из ПН по линии данных поступают в АПН в регистр GRSHIFT через триггер БИТ ДАННЫХ во время синхроним-

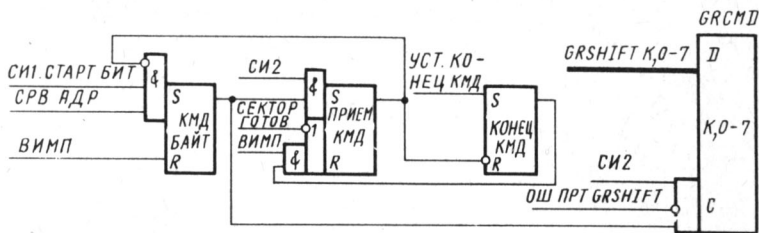


Рис. 7.14. Схема командного регистра GRCMD

пульса СИ2. Поэтому на линии данных отмечены информационные импульсы (см. рис. 7.11). Первым принимается стартовый бит, а после него передаются восемь информационных битов и один контрольный.

Признаком заполнения сдвигающего регистра является установка в состояние 1 триггера СТАРТ БИТ. Регистр GRSHIFT заполняется за 10 пусков синхронизации АПН. При заполнении регистра GRSHIFT буферный регистр GRBUFF освобождается во время синхросигнала СТОБ СИ3. При следующем пуске синхронизации GRSHIFT очищается, так как во время синхроимпульса СИ1 он принимает содержимое GRBUFF и начинается новый цикл заполнения. Последовательность заполнения GRSHIFT повторяется для каждого байта секторной записи.

Командный регистр GRCMD принимает информацию из регистра GRSHIFT (рис. 7.14). Все команды, записываемые в GRCMD, имеют определенный период действия, по истечении которого регистр записывает новую команду. В период действия команды обычно производится однократное занесение в регистр GRDATA [0—3]. Многократное заполнение GRDATA [0—3] происходит при наличии команды компактных данных.

На выходе из GRCMD производится дешифрование и определение типа команды. Регистр принимает новую команду при условии, что триггер КМД БАЙТ находится в состоянии 1. Время действия одной команды кончается, когда в состояние 1 устанавливается триггер КОНЕЦ КМД. После этого регистр GRCMD принимает байт следующей команды, поступившей в GRSHIFT.

Условия, при которых прекращает действие данная команда, зависят преимущественно от ее характера, т. е. после заполнения регистра GRDATA или после снятия режима компактных данных, а также после управляющей команды и др.

7.4.4. Команды АПН

Адаптер АПН выполняет два типа команд — *операционные и управляющие*. Операционные команды осуществляют операции над данными, считанными с ГМД ПН. Управляющие команды предусматривают непосредственные действия в АПН или выполняют диагностические функции.

Из GRDATA передать в GRC (мнемонический код C = R; машинный код 20)

Команда осуществляет перенос четырех байтов из регистра CRDATA в регистр микрокоманд GRC. За этим командным байтом в секторной записи следует другой командный байт.

Из GRDATA передать в GRC и выполнить (мнемонический код C = R, X; машинный код 30)

Команда осуществляет перенос четырех байтов из регистра GRDATA в регистр GRC, и после этого микрокоманда, содержащаяся в GRC, выполняется. После выполнения содержимое GRC не меняется. За байтом этой команды в секторной записи следует другой командный байт.

С диска переписать в GRC (мнемонический код C = LR; машинный код 60)

Производится заполнение GRDATA следующими четырьмя байтами секторной записи и последующая их передача в GRC. За четырьмя передаваемыми байтами следует другой командный байт.

С диска переписать в GRC и выполнить (мнемонический код C = LR, X; машинный код 70)

По этой команде производится заполнение GRDATA следующими четырьмя байтами секторной записи, передача их в GRC и выполнение микрокоманды в GRC в режиме сравнения. За четырьмя передаваемыми байтами следует другой командный байт.

С диска переписать в GRC и выполнить со сравнением (мнемонический код C = LP, X; машинный код 78-7F).

Команда заполняет GRDATA следующими четырьмя байтами секторной записи, вводит их в GRC и выполняет микрокоманду в GRC в режиме сравнения. Бит 4 команды указывает АПН, что выполнение команды будет происходить в режиме сравнения. Выполнение микрокоманды в GRC предусматривает образование адреса следующей микрокоманды в регистре адреса GRM (GRN) независимо от того, что адрес следующей микрокоманды не будет использован. В случае несовпадения соответствующих битов устанавливается сигнал ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ОСТАНОВ, который индицируется на инженерном пульте ЦП. Прекращается работа ПН и выполнение операций в ЦП. Следующий байт в секторной записи — другой командный байт.

Выполнение с прямой записью содержимого GRDATA в локальную память (мнемонический код X, LS; машинный код 80-BF)

В GRC выполняется микрокоманда, которая должна относиться к типу ПЕРЕПИСАТЬ СЛОВО. Адрес записи из регистра GRDATA в ЛП декодируется прямо в GRCMD [2—7]. После выполнения команды содержимое GRC не изменяется. Следующий байт секторной записи — другой командный байт.

Выполнение с прямой записью содержимого диска (мнемонический код LR X, LS; машинный код C0-FF)

В GRC выполняется микрокоманда, которая должна относиться к типу ПАМЯТЬ. Биты GRCMD [2—7] определяют адрес регистра ЛП. Этот регистр содержит адрес ОП или УП, по которому производится запись содержимого GRDATA. Четыре следующих за этой командой байта секторной записи передаются в GRDATA и далее над ними выполняется операция записи. После выполнения команды содержимое GRC не изменяется. За четырьмя байтами следует другой командный байт.

Управляющие команды

Команды выполняются в режиме микродиагностики ЦП. С помощью этого набора проверяется аппаратура АПН, для которой искусственно создаются условия, при которых должны реагировать схемы контроля АПН. При этом также осуществляется проверка некоторых основных регистров ЦП.

Выполнение диагностических микрокоманд, предварительно записанных в ЛП или УП, совершается посредством команд FILEPAUSE или FILEWAIT.

FILEPAUSE (машинный код 01/11)

Команда используется для выполнения нескольких микрокоманд, записанных в ЛП-А, пока продолжается считывание следующего байта секторной записи. Команда предусматривает установку разряда GRSYS2 [2] в состояние 1 и запуск синхронизации ЦП. Содержимое GRCFDA не изменяется выполняемой микропрограммой.

Следующий байт в секторной записи — другой командный байт. Если выполненная микропрограмма не сбросила в ноль GRSYS2 [2] до считывания командного байта, то устанавливается в состояние 1 признак ошибки.

FILEWAIT (машинный код 41/51)

Команда устанавливает GRSYS2 [2] в состояние 1. Следующий байт записывается в GRCFDA. После записи адресного байта триггер СЕКТОР (см. рис. 7.12) сбрасывается, запрещая прием информации с диска и запуская синхронизацию ЦП. Микрокоманда в GRC определяет последующие действия ЦП. Если до следующего секторного импульса GRSYS2 [2] не был сброшен, то сбрасывается триггер УПРАВЛЕНИЕ ГОЛОВКОЙ, и по этой причине прекращается считывание с диска.

Команда FILEWAIT обычно используется в диагностических операциях, при которых в ЛП-А или УП предварительно загружены соответствующие микропрограммы. Адрес в GRCFDA во время выполнения микропрограммы может быть изменен. Последующая микрокоманда обычно сбрасывает GRSYS2 [2].

7.4.5. Первоначальная загрузка микропрограмм

На рис. 7.15 приведен пример, наглядно иллюстрирующий связь между ЦП и ПН. Пример необязателен для всех случаев и может варьироваться для различных дискетов.

- А — иницируется ЦП
- В — команда 60 (C = LP)
- В GRC записывается 38800F00 (микрокоманда типа ПЕРЕСЫЛКА СЛОВА)
- С — команда C0 (LR, X, LS)
- В ЛП 00 записывается содержимое следующих четырех байтов (GRDATA = 00008000) под управлением микрокоманды 38800F00. В ЛП 00 устанавливается начальный адрес УП, начиная с которого происходит последовательная загрузка микропрограмм.
- Д — команда 60 (C = LP)
- В GRC записывается 48C80000 (микрокоманда типа ПАМЯТЬ)
- Е — команда C0 (LP, X, LS)



Рис. 7.15. Пример загрузки микропрограммы

Данные с диска заносятся в GRDATA. Начинает выполняться микрокоманда 48C80000, производящая запись содержимого GRDATA в ЛП по адресу, определяемому содержимым ЛП 00. Адрес ЛП 00 модифицируется через каждые четыре переданных байта.

7.5. ПУЛЬТОВОЙ НАКОПИТЕЛЬ

7.5.1. Общие сведения

Пультовой накопитель работает только в режиме считывания. Информация (микропрограммы) предварительно записывается на гибких магнитных дисках, выполненных в виде дискет. Формат записи соответствует принятому стандарту для дискета с «мягким» сектором (на рис. 7.16 показан формат «мягкого» сектора). Поэтому отсутствует прямая связь между внутренним форматом сектора и выходным форматом, описанным в 7.4.2. Эта особенность вынуждает пультовой накопитель производить преобразование форматов.

Структура пультowego накопителя может быть разбита на следующие функциональные блоки (рис. 7.17):
 блок синхронизации (БСИНХР);
 блок преобразования информации и выбора сектора (БПИВС);
 блок управления работой диска (БУРД);
 блок регистрации ошибок (БРО);
 блок связи с АПН (БСА);
 блок выделения блоков данных (БВБД);
 инженерный пульт (ИП).

Рис. 7.16. Внутренний формат записи в ЕС 3535

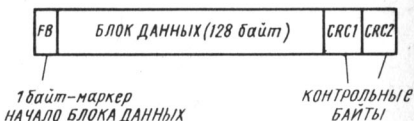
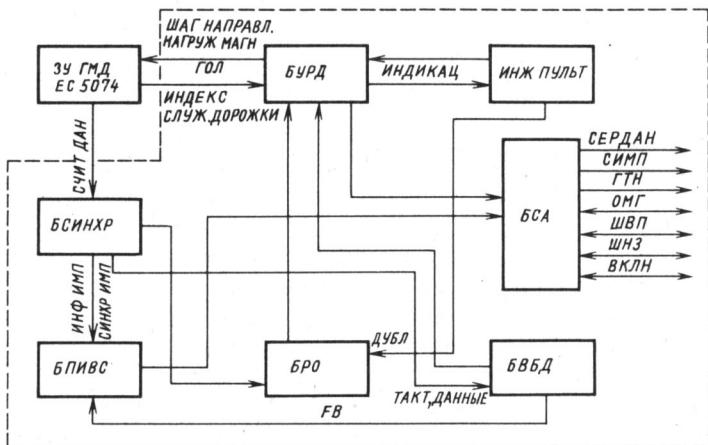


Рис. 7.17. Структурная схема ПН ЕС 3535



7.5.2. Структура пультового накопителя

Блок синхронизации. В блоке предусмотрен генератор синхрои́мпульсов переменной частоты, который необходим из-за неустойчивости («плавания») частоты сигналов данных, считываемых с диска (ЕС 5074). Генератор вырабатывает синхрои́мпульсы частотой 3—5 МГц.

Данные записываются по принципу удвоения частоты. Блок синхронизации разделяет считанные данные на две отдельные последовательности: последовательность синхрои́мпульсов (СИ) и последовательность информационных импульсов (ИИ).

Блок преобразования информации и выбора сектора получает разрешение на работу после того, как обнаружен маркер начала блока данных (FB₁₆) в «мягком» секторе. Число «мягких» секторов на одной дорожке, подобных показанному на рис. 7.16, равно 26, но для цели преобразования из них используются только 20. БПИВС отсчитывает 128 байт (каждый блок данных содержит 128 байт) и отделяет одной и той же битовой позицией каждый байт. Порядок нумерации позиций битов в байте соответствует нумерации секторов (0—7). Номера позиций выводимых битов увеличиваются с каждым оборотом диска.

Блок управления работой диска в зависимости от установленного режима работы выполняет **определенную последовательность действий**.

При начальном включении: четыре шага к центру диска, а затем шаги к периферии диска до обнаружения служебной дорожки; переход к началу блока 1 или блока 2, если установлен режим 23АП.

Дополнительный шаг при сохранении предыдущего направления перемещения магнитной головки, если обнаружена дефектная дорожка.

Шаг и смена направления перемещения головки в соответствии с сигналами ШВП и ШНЗ, устанавливаемыми на интерфейсной линии.

Переход к блоку 1 или блоку 2 дискета по команде от БРО, если установлен режим ДУБЛ. Переход в одном или другом направлении всегда выполняется 32 шагами.

Нагружение магнитной головки в соответствии с сигналом ОМГ интерфейсной линии.

Блок регистрации ошибок осуществляет пересчет ошибочных считываний, приходящихся на одну дорожку. При пересчете 64-х ошибочных считываний происходит переход к другому блоку дискета. Если выбран режим 23АП, то регистрация ошибочных считываний не производится. После выполнения команды ШВП или ШНЗ осуществляется сброс числа зарегистрированных ошибок на предыдущей дорожке.

Ошибка регистрируется каждый раз, когда прочитанные для каждого блока данных (20 плюс шесть резервных блоков данных на дорожке) два контрольных байта GRC1 и GRC2 не совпадают с контрольными байтами, ранее сформированными БРО.

Блок связи с АПН осуществляет связь пультового накопителя с АПН. Виды интерфейсных сигналов и их форма показаны на рис. 7.18.

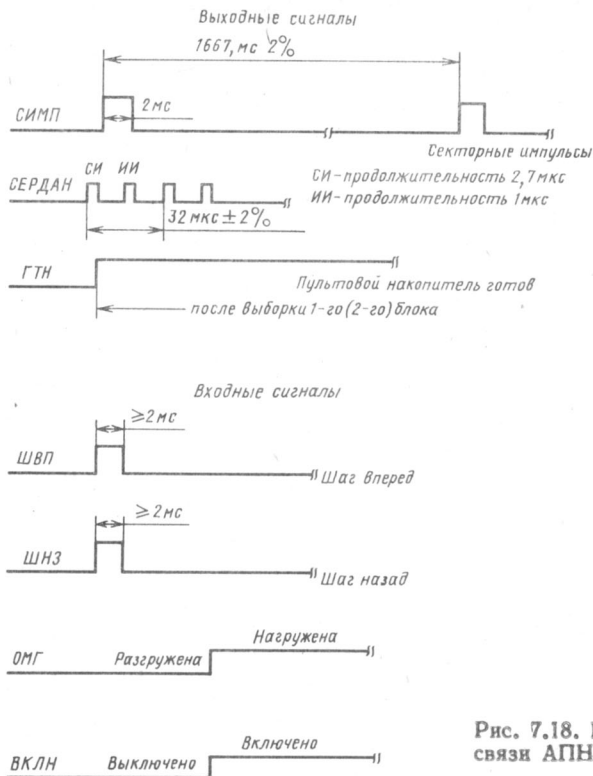


Рис. 7.18. Интерфейс связи АПН с ПН

Блок выделения блоков данных производит дешифрование маркера начала блока данных. При этом в сдвигающий регистр с диска вначале вводится информация, на одной линии данных совмещающая как информационные импульсы, так и синхри-мпульсы. После того как сдвигающий регистр примет содержимое маркера начала блока данных, в него по тактовым сигналам вдвигаются с линии данных только информационные импульсы (специальным сдвигом) и формируются значения контрольных байтов. По прочтении блока данных (128 байт плюс два контрольных) сдвигающий регистр вновь начинает принимать 2 вида импульсов.

Инженерный пульт предназначен для управления работой ПН в автономном режиме и содержит индикаторы его состояния, различные переключатели и кнопки.

Индикаторы: ГТН (готовность); 2БЛОК (считывание блока 2); ДУБЛ (задан режим дублирования, при котором в обоих блоках диска запись одинакова); 2ЗАП (задан блок 2).

Переключатели: ПЕР АВТ (задает автономный или комплексный режим); ПЕР ОМГ (в автономном режиме нагружает магнитную головку).

Кнопки: КН ШВП (в автономном режиме задает шаг к центру диска); КН ШНЗ (в автономном режиме задает шаг к периферии диска); КН ДУБЛ (задает режим дублирования); КН 2ЗАП (задает позиционирование магнитной головки к блоку 2).

ПОДСИСТЕМА НАКОПИТЕЛЕЙ НА СМЕННЫХ МАГНИТНЫХ ДИСКАХ ЕМКОСТЬЮ 100 (200)М БАЙТ

Подсистема с накопителями емкостью по 100 (200)М байт каждый предназначена для подключения к блок-мультиплексным каналам ЭВМ ЕС 1035. Она обеспечивает их работу как в селекторном, так и в блок-мультиплексном режиме.

Скорость обмена данными между каналами и дисковой подсистемой равна 806 кбайт/с.

Основные компоненты дисковой подсистемы с НМД по 100 (200) Мбайт

Устройство управления ЕС 5567

Управляющий модуль ЕС 5667, ЕС 5667.01

Накопитель на сменных магнитных дисках на 100М байт

ЕС 5067.02 (двухшпиндельная конструкция)

Накопитель на сменных магнитных дисках на 200М байт

ЕС 5067 (одношпиндельная конструкция)

Пакет дисков на 100М байт ЕС 5266.01

Пакет дисков на 200М байт ЕС 5267

Рассматриваемая подсистема накопителей на МД выполнена по *модульному принципу* и имеет переменную конфигурацию. В ее состав входят: устройство управления (УУ) ЕС 5567 — 1 шт.; управляющие модули УМ ЕС 5667 — от 1 до 4 шт., причем один управляющий модуль может осуществлять управление восемью приводами шпинделей НМД емкостью по 100 и (или) 200М байт в произвольной конфигурации; сменные пакеты дисков — их число определяется потребностями пользователя.

При максимальной конфигурации подсистемы дисковых накопителей, т. е. при подключении к одному устройству управления четырех управляющих модулей с 32 шпинделями, на которых установлены пакеты по 200М байт, общая емкость подсистемы может достигать 6400М байт.

Кроме повышенного быстродействия и увеличенной емкости, подсистема с НМД по 100 (200)М байт располагает рядом ценных функциональных характеристик, которые обеспечивают повышение производительности операций ввода-вывода всей системы, облегчают обслуживание и поддержание системы в рабочем состоянии и повышают надежность хранения обрабатываемых данных.

Разъединение цепочки команд. Связь между УУ и каналом может разъединяться при выполнении операций, требующих механического перемещения устройства доступа или поиска определенной записи на дорожке выбранного дискового накопителя.

Контроль углового перемещения. Фиктивное разделение дорожки на 128 секторов позволяет располагать записи в определенных секторах. Поэтому при выполнении операций, требующих поиска места расположения конкретной записи, используется предварительное ориентирование по номеру сектора, в котором находится начало искомой записи. Эта функциональная характеристика создает для УУ предпосылки возможности его освобождения в течение не полезного времени, уходящего на поиск данной записи.

Повторение команд. Реализуется как процедура взаимодействия между УУ и каналом, в результате которого канал автоматически выдает в УУ последнюю неправильно выполненную команду. Это повторение не вызывает прерывания ввода-вывода и не требует выполнения программной процедуры восстановления по причине ошибки.

Параллельное выполнение цепочки команд. Такая возможность существует в результате действия функций разъединения цепочки команд и контроля углового перемещения. Во время механического перемещения, при котором разрывается связь с выбранным дисковым накопителем, УУ может выполнять цепочку команд с другим НМД. Существует возможность параллельного выполнения стольких канальных цепочек, сколько дисковых накопителей подключено к УУ.

Восстановление данных путем сдвига магнитной головки. Существует возможность пошагового сдвига считывающей головки влево и вправо от центра дорожки после обнаружения ошибки в считанных данных с целью восстановления записанной информации.

Переходящая запись. Имеется возможность обработки (записи-чтения) логического блока данных с длиной, превышающей емкость одной дорожки (но не более емкости одного цилиндра). Формирование переходящей записи управляется операционной системой, а чтение — устройством управления.

Автоматическое заполнение дорожки. Эта функция выполняется только в НМД емкостью 200М байт, в которых после завершения операции форматной записи накопитель сам заполняет дорожку нулями до обнаружения индекса, освобождающего УУ.

Двухканальная работа. Осуществляется встроенным в УУ двухканальным переключателем, с помощью которого подсистема может подключаться к двум каналам ЭВМ. Переключение между

каналами осуществляется с помощью логических схем, которые управляются программно.

Корректирующие коды. Кодирование информации при записи с помощью циклических кодов создает возможность коррекции при считывании единичных пакетов ошибок, длина которых не превышает 11 бит.

Статистическая информация. Обрабатывается функциональными микропрограммами, хранится в УУ и предоставляется операционной системе. Она содержит сведения о числе обработанных байтов, числе исправленных и неисправленных ошибок, общем числе позиционирований, ошибках при позиционированиях и т. д.

Расширенная информация уточненного состояния. Представляется в виде 24 байт в шести форматах, с помощью которых подробно описываются причины неисправностей, возникающих в устройствах подсистемы.

Расширенная микродиагностика. Дает возможность осуществлять полное диагностирование отдельных компонентов подсистемы с целью локализации неисправностей до уровня печатной платы. Выполняется под управлением диагностического монитора, обеспечивающего удобство и простоту обслуживания в эксплуатационных условиях.

Режимы работы

Подсистема с НМД по 100 (200)М байт имеет т р и р е ж и м а работы, которые задаются с помощью переключателей инженерного пульта УУ.

Автономный режим. Используется для диагностики всех компонент подсистемы.

Комплексный режим. Подсистема может работать только в составе ЭВМ. При этом микродиагностика выполняться не может.

Диагностический режим. Устройства подсистемы доступны для работы в комплексе с ЭВМ, однако параллельно с выполнением цепочек команд канала может выполняться и микродиагностика определенного НМД, что не мешает работе остальных устройств, входящих в систему.

Формат данных

Подсистема с накопителями емкостью по 100 (200) М байт обеспечивает работу с форматами данных в пакете, соответствующими требованиям международных стандартов ИСО (ИСО ДИС 4337 для 100М байт и ИСО ДИС 5653 для 200М байт). Формат данных показан на рис. 8.1.

Перед любым полем записи (поле собственного адреса, счетчика, ключа или данных для записи R0) находится область нулей с различной длиной, называемая интервалом (G). Эти интервалы

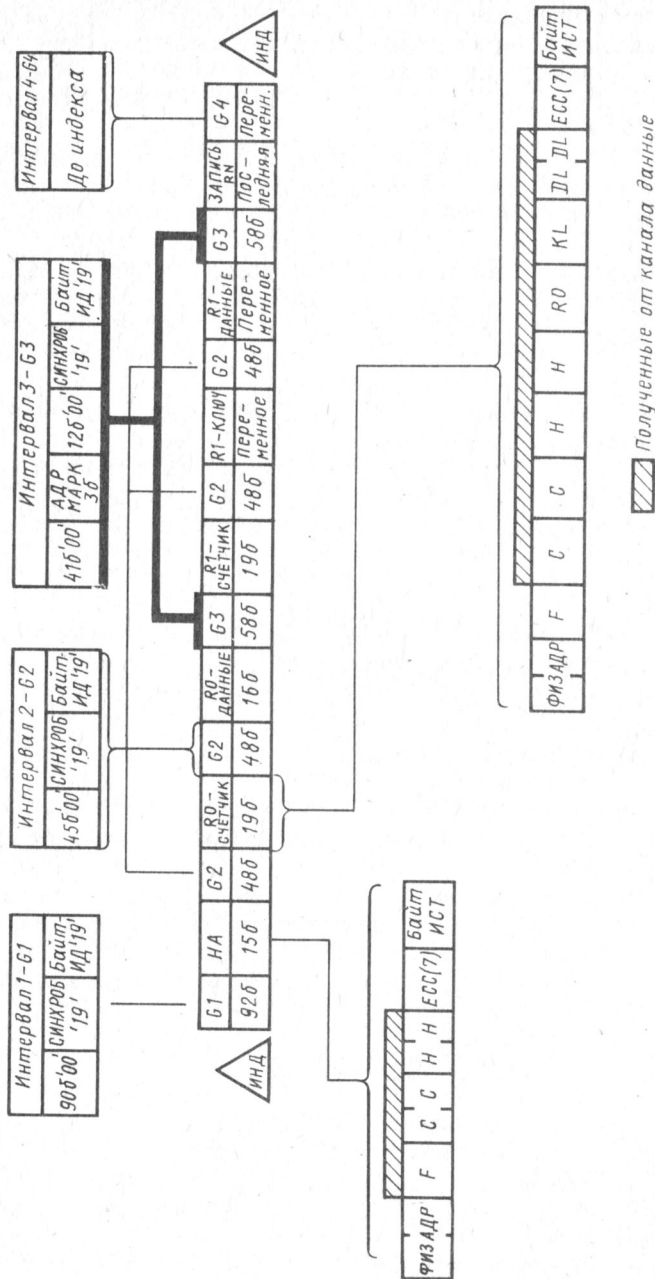


Рис. 8.1. Формат и расположение данных на дорожке

предназначены для синхронизации находящихся в УМ схем считывания и отделения данных, а также для выполнения цепочки команд канала, в соответствии с принципами работы внешних ЗУ с прямым доступом к информации.

Формат дорожки сменного пакета на 100 (200) М байт предусматривает использование четырех интервалов: G1, G2, G3 и G4.

Начало каждой дорожки (см. рис. 8.1) определяется *индексным маркером*, представляющим собой байт X «6В», записанный на сервоповерхности каждого цилиндра.

Интервал G1 находится между индексным маркером и областью собственного адреса (НА) дорожки. Интервал состоит из 90 байт, заполненных нулями, синхробайта X «19» и байта-идентификатора X «19». Каждая область (поле) записи начинается с *синхробайта*. Во время операции типа считывания УУ использует байт-идентификатор для определения правильности синхронизации, достигнутой в предыдущем интервале.

Собственный адрес дорожки состоит из семи байтов: двух байтов физического адреса дорожки (цилиндр, головка), одного флажкового байта (F), двух байтов адреса цилиндра (C, C) и двух байтов адреса головки (H, H). Как и любое другое поле, собственный адрес завершается семибайтным циклическим кодом (ECC) и байтом-источником (физический адрес УМ и НМД, совершивших запись в соответствующем поле). При инициализации пакета пользователем байт-источник содержит X «FF».

После поля собственного адреса дорожки следует интервал G2, состоящий из 46 байт, заполненных нулями, синхробайта и байта-идентификатора. Следом за интервалом G2 расположена запись R0, обычно используемая в служебных целях и в этом случае содержащая только поля счетчика и данных.

Поле счетчика содержит:

- два байта физического адреса дорожки;
- один флажковый байт, идентичный байту собственного адреса;
- два байта адреса цилиндра;
- два байта адреса головки;
- один байт номера записи (RN);
- один байт, определяющий длину поля ключа (KL);
- два байта, определяющих длину поля данных (DL, DL).

Между полями счетчика и ключа записывается интервал G2.

Поле ключа (при записи R0 обычно отсутствует) может содержать 256 байт информации, обычно представляющей собой идентификатор следующего поля данных.

Между полями ключа и данных также записывается интервал G2. Поле данных содержит произвольную информацию переменной длины, всегда не превышающей емкость дорожки.

В случаях, когда запись R0 содержит служебную информацию (для нужд операционной системы), адрес цилиндра в поле счетчика является адресом, присвоенным запасному цилиндру, если дорожка дефектная, а адрес головки содержит номер, присвоенный резервной дорожке. Соответственно на запасной дорожке в адресе цилиндра записывается адрес дефектной дорожки, а в адресе головки — номер дефектной дорожки. Поле ключа в этом случае имеет нулевую длину, а поле данных состоит из восьми байтов, в которых записывается идентификатор (ID) последней записи на дорожке ($ID = C, C, H, H, RN$) и число оставшихся свободных байтов записи до конца дорожки.

После записи R0 идет интервал G3, состоящий из 41 байт, заполненных нулями, трех байтов *адресного маркера* (AM), 12 байт *нулей, синхробайта* и *байта-идентификатора*. После интервала G3 располагаются информационные записи RN ($N \geq 1$), состоящие из полей счетчика, ключа и данных, которые содержат то же, что и соответствующие поля записи R0.

Следом за последней записью RN на дорожке расположен интервал G4. Он содержит нули, распространяющиеся до индексного маркера.

Тип команды	Команда	Код	
		одно-рожечный режим	много-рожечный режим
УПРАВЛЕНИЕ	ХОЛОСТОЙ ХОД	03	
	УСТАНОВКА	07	
	УСТАНОВКА ЦИЛИНДРА	0B	
	УСТАНОВКА ГОЛОВКИ	1B	
	УПРАВЛЯТЬ ОБЛАСТЬЮ СЧЕТА	0F	
	ОРИЕНТАЦИЯ	13	
	ВОССТАНОВЛЕНИЕ	17	
	УСТАНОВКА МАСКИ ЗАЩИТЫ	1F	
	УСТАНОВКА СЕКТОРА	23	
	ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЗАГРУЗКА	53	
	ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЗАПИСЬ	73	
УТОЧНЕ-НИЕ СО-СТОЯНИЯ	УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ	04	
	ПРОВЕРИТЬ ВВОД-ВЫВОД	00	
	СЧИТАТЬ И СБРОСИТЬ БУФЕР РЕГИСТРАЦИИ	A4	
	СЧИТАТЬ ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ СОС-ТОЯНИЕ 1	44	
	РЕЗЕРВИРОВАНИЕ НАКОПИТЕЛЯ	B4	
	ОСВОБОЖДЕНИЕ НАКОПИТЕЛЯ	94	
СЧИТЫ-ВАНИЕ	СЧИТАТЬ ДАННЫЕ	06	86
	СЧИТАТЬ КЛЮЧ И ДАННЫЕ	0E	8E
	СЧИТАТЬ СЧЕТЧИК, КЛЮЧ И ДАН-НЫЕ	1E	9E
	СЧИТАТЬ ЗАПИСЬ R0	16	96
	СЧИТАТЬ СЧЕТ	12	92
	СЧИТАТЬ СОБСТВЕННЫЙ АДРЕС	1A	9A
	СЧИТАТЬ НАЧАЛЬНУЮ ЗАГРУЗКУ ПРОГРАММЫ	02	—
ЗАПИСЬ	ЗАПИСАТЬ ДАННЫЕ	05	
	ЗАПИСАТЬ КЛЮЧ И ДАННЫЕ	0D	
	ЗАПИСАТЬ СЧЕТ, КЛЮЧ И ДАННЫЕ	1D	
	ЗАПИСАТЬ СПЕЦИАЛЬНЫЙ СЧЕТ, КЛЮЧ И ДАННЫЕ	01	
	ЗАПИСАТЬ ЗАПИСЬ R0	15	
	ЗАПИСАТЬ СОБСТВЕННЫЙ АДРЕС ДО-РОЖКИ	19	
	СТЕРЕТЬ	11	
ПОИСК	ПОИСК СОБСТВЕННОГО АДРЕСА ДО-РОЖКИ ПО РАВЕНСТВУ	39	B9
	ПОИСК ПО ИДЕНТИФИКАТОРУ НА РАВНО	31	B1
	ПОИСК ПО ИДЕНТИФИКАТОРУ НА БОЛЬШЕ	51	D1
	ПОИСК ПО ИДЕНТИФИКАТОРУ НА РАВНО ИЛИ БОЛЬШЕ	71	F1
	ПОИСК ПО КЛЮЧУ НА РАВНО	29	A9
	ПОИСК ПО КЛЮЧУ НА БОЛЬШЕ	49	C2
	ПОИСК ПО КЛЮЧУ НА РАВНО ИЛИ БОЛЬШЕ	69	E9

Подсистема с НМД по 100 (200)М байт выполняет пять типов операций, коды команд которых указаны в табл. 8.1.

Управляющие команды не связаны с обменом данными между ЦП и НМД, а предназначены для осуществления позиционирования и ориентирования головок записи-считывания в выбранном дисковом накопителе, а также для определения условий выполнения канальных цепочек в дисковой подсистеме.

Команды уточнения состояния предназначены для определения состояния отдельных компонентов подсистемы в случаях, когда возникают отклонения от нормальной работы.

Команды считывания используются для передачи данных от избранного НМД в ЦП. Все команды считывания, за исключением **СЧИТАТЬ НАЧАЛЬНУЮ ЗАГРУЗКУ (НЗ) ПРОГРАММЫ** и **СЧИТАТЬ СОБСТВЕННЫЙ АДРЕС**, могут выполняться в двух режимах — однопорожечном и многопорожечном, а также производить обработку переходящей записи. При выполнении команд считываемые данные контролируются на достоверность с помощью записанных корректирующих кодов.

Команды записи используются для записи информации, передаваемой из ЦП, в выбранный пакет дисков. Они разделяются на **форматные команды**, в процессе выполнения которых происходит изменение формата дорожки и определяется длина полей ключа и данных для каждой записи, и **неформатные команды**, которые сами изменяют содержимое полей ключа и данных в рамках имеющейся для их записи длины.

Команды поиска предназначаются для нахождения определенной записи на дорожке. При выполнении этих команд канал передает данные в УУ, которое затем сравнивает их с данными, считываемыми с дискового накопителя. При обнаружении требуемого совпадения УУ через специальный байт состояния информирует ЦП о нахождении искомой записи.

8.1. УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ ЕС 5567

Это устройство обеспечивает связь между блок-мультиплексным каналом ЭВМ ЕС 1035, с одной стороны, и УМ, связанным с НМД, с другой. Управление устройством микропрограммное, структурно оно может быть разделено на четыре функциональные составляющие.

Основные функциональные составляющие устройства ЕС 5567

Интерфейс ввода-вывода служит для связи между каналами ЭВМ и управляющим процессором УУ, является стандартным интерфейсом ЕС ЭВМ «Ряд-2».

Управляющий процессор содержит арифметическо-логическое устройство, регистры общего и специального назначения, микропрограммную память, блок связи с НГМД ЕС 5074, шины обмена данными.

Управляющий интерфейс осуществляет связь между УУ и управляющим модулем с подключенными к нему накопителями на магнитных дисках.

Инженерный пульт содержит необходимые логические схемы, индикаторы и переключатели, необходимые для проведения диагностики и контроля как самого УУ, так и подключенных к нему УМ и НМД.

Связь между отдельными функциональными составляющими устройства управления показана на рис. 8.2.

Управление работой УУ осуществляется непосредственно функциональными микропрограммами, загруженными в управляющую память (УП) управляющего процессора.

Загрузка функциональных микропрограмм с гибкого магнитного диска производится автоматически при включении питания УУ или по желанию инженера-оператора с помощью инженерного пульта. Для обеспечения необходимой работоспособности УУ перед загрузкой функциональных микропрограмм автоматически выполняется минимальная диагностика управляющего процессора. После ввода функциональных микропрограмм включение и выключение питания НГМД (для загрузки микродиагностических тестов) производится под их управлением автоматически.

Функциональные и микродиагностические микропрограммы осуществляют управление различными схемами, узлами и блоками при выполнении текущих команд в УУ путем генерирования требуемых последовательностей управляющих сигналов.

8.1.1. Интерфейс ввода-вывода

С помощью стандартного интерфейса ввода-вывода осуществляется асинхронная связь между каналами ЭВМ и управляющим процессором. Аппаратура интерфейса в своем составе имеет: линии ШИН-А и регистры, линии ШИН-К и регистры, логические схемы сравнения адресов, определения приоритета и выборки, линии управляющих сигналов и регистры, цепи управления, обмена данными, управляющие регистры и мультиплексоры обработки данных, поступающих из двух каналов.

Схемы интерфейса ввода-вывода, управляемые функциональными микропрограммами, обеспечивают выполнение следующих основных последовательностей действий, производимых каналами: начальную выборку, обмен данными, передачу начального и конечного байтов состояния, выборку по запросу, блок-мультиплексирование данных, контроль углового перемещения, выполнение цепочки команд и разъединение цепочки команд, хранение и передачу отвергнутого байта состояния, селективные и системные сбросы, отключение от интерфейса, подавление и обмен данными, повторение команд и др.

В блоке интерфейса ввода-вывода генерируется, сохраняется и передается в канал информация о состоянии (байт состояния) выбранного УУ, управляющего модуля и дискового накопителя.

Случаи, при которых в канал передается байт состояния:

последовательность действия начальной выборки;

передача указателя КАНАЛ КОНЧИЛ в конце обмена данными;

8.2. Байт состояния

Бит	Значение	Сокращенное обозначение
0	ВНИМАНИЕ (не используется)	—
1	МОДИФИКАТОР СОСТОЯНИЯ	МОДИФИКАТОР
2	КОНЕЦ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ	УУ КОНЧИЛО
3	ЗАНЯТО	ЗАНЯТО
4	КОНЕЦ РАБОТЫ КАНАЛА	КАНАЛ КОНЧИЛ
5	КОНЕЦ РАБОТЫ ВНЕШНЕГО УСТРОЙСТВА	ВУ КОНЧИЛО
6	СБОЙ В УСТРОЙСТВЕ	СБОЙ В УСТРОЙСТВЕ
7	ОСОБЫЙ СЛУЧАЙ	ОСОБЫЙ СЛУЧАЙ

передача указателя ВУ КОНЧИЛО и связанных с ним других указателей состояния;

передача указателя ВУ КОНЧИЛО или УУ КОНЧИЛО для уведомления канала о том, что занятые ранее устройства свободны;

передача отвергнутого (не принятого ранее) байта состояния;

передача запроса от устройства, перешедшего из неготового к работе состояния в состояние готовности.

Назначение отдельных бит байта состояния показано в табл.8.2.

МОДИФИКАТОР СОСТОЯНИЯ. Этот указатель включается в байте состояния в следующих случаях:

вместе с указателем ЗАНЯТО для индикации о занятости УУ в отличие от индикации о занятости дискового накопителя, о чем оповещает только бит ЗАНЯТО;

вместе с указателем ВУ КОНЧИЛО для определения специфических условий окончания операции (в этом случае нормальная последовательность выполнения каналом цепочки команд модифицируется);

вместе с указателем СБОЙ В УСТРОЙСТВЕ для индикации необычных условий, требующих повторения последней из выполненных команд.

УУ КОНЧИЛО. Этот признак используется для указания каналу, что УУ, которое при попытке выборки по инициативе канала было занято, теперь свободно.

ЗАНЯТО. Признак используется только при выборке по инициативе канала и показывает, что адресуемые УУ, управляющие модули или дисковые накопители не могут начать выполнение операции, так как выполняется операция, для которой еще не передан сигнал ВУ КОНЧИЛО, или существуют другие запрашивающие условия в байте состояния.

КАНАЛ КОНЧИЛ. Установка этого признака означает, что завершилось выполнение части операции, включающей обмен данными или управляющей информацией. Генерирование и передача признака КАНАЛ КОНЧИЛ при каждой операции производится только один раз. Момент генерирования этого сигнала зависит от типа выполняемой операции:

при операциях записи и чтения признак КАНАЛ КОНЧИЛ генерируется после обработки блока данных;

при управляющих командах, требующих обмена управляющей информацией с каналом, признак КАНАЛ КОНЧИЛ генерируется после передачи управляющей информации;

при операциях, не включающих обмена данными, признак КАНАЛ КОНЧИЛ может генерироваться еще в последовательности начальной выборки.

ВУ КОНЧИЛО. Этот признак генерируется после того, как завершается выполнение текущей операции ввода-вывода в выбранном управляющем модуле

или дисковом накопителе, а также при переходе накопителя из состояния НЕ ГОТОВО в состояние ГОТОВО. Признак ВУ КОНЧИЛО генерируется при выполнении каждой команды только один раз. Генерация происходит одновременно с установкой признака КАНАЛ КОНЧИЛ или после нее. Для операций, включающих обмен данными, ВУ КОНЧИЛО генерируется одновременно с признаком КАНАЛ КОНЧИЛ. Для управляющих операций ВУ КОНЧИЛО генерируется после завершения выполнения команды в НМД. При выполнении цепочки команд признак ВУ КОНЧИЛО доступен для программы только за последней операцией в цепочке.

СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ. Этот признак означает, что в УУ, управляющем модуле или накопителе обнаружены необычные условия, которые подробно описаны в информации, содержащейся в байтах уточненного состояния. При получении байта состояния, содержащего указатель СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ, прерывается выполнение цепочки команд. В байте состояния сигнал СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ может сопровождаться указателями КАНАЛ КОНЧИЛ, ВУ КОНЧИЛО или УУ КОНЧИЛО, в зависимости от момента его возникновения. Этот бит передается в начальном байте состояния, если УУ обнаружило условия, препятствующие нормальному выполнению полученной от канала команды.

ОСОБЫЙ СЛУЧАЙ. Этот указатель генерируется в определенных ситуациях, прерывая выполнение цепочки команд.

8.1.2. Управляющий процессор

Этот процессор управляет всей работой устройства управления ЕС 5567.

Управляющая память имеет общую емкость 4096 42-разрядных слов, 34 разряда которых — информационные, а восемь представляют собой *специальный циклический код* Хэмминга, с помощью которого может быть произведена коррекция одиночной ошибки. Управляющая память может работать в двух режимах: *записи* и *считывания*. Продолжительность основного цикла составляет 240 нс. Используются элементы памяти, позволяющие производить запись и считывание и имеющие структурную организацию типа 256×1 . В УП хранятся функциональные микропрограммы УУ. Часть ее, называемая *оперативной памятью*, используется для загрузки микродиагностических тестов как для самого УУ, так и для остальных компонентов подсистемы.

Арифметическо-логическое устройство рассчитано на выполнение в о с ь м и различных операций над парами байтов, один из которых поступает на вход А, а другой — на вход В. Для повышения надежности работы УУ ЕС 5567 оно оснащено двумя одинаковыми блоками АЛУ, работающими параллельно. Результаты обоих блоков сравниваются, и в случае их несовпадения вырабатывается сигнал ошибки.

Результат выполнения текущей операции выдается с выхода АЛУ на D-ШИН, через которую заносится в различные регистры. Перенос, возникающий при выполнении арифметических операций, запоминается в специальном триггере переноса, который доступен анализу, производимому при исполнении следующей микрокоманды микропрограммы. Микропрограмма анализирует и

использует в процессе работы еще два признака, характеризующих нулевое содержимое D-ШИН, либо состояние, когда на всех шинах — единицы.

Функции, выполняемые АЛУ ЕС 5567

Суммирование (+). При выполнении этой операции выполняется арифметическое сложение операндов А и В без учета входного переноса.

Суммирование с учетом принудительного переноса (+1). Осуществляется арифметическое сложение операндов А и В с учетом входного переноса, равного 1.

Суммирование с учетом анализа состояния триггера переноса (+С). Производится арифметическое сложение операндов А и В с учетом входного переноса, равного содержимому триггера переноса.

Сдвиг влево (L). Выполняется сдвиг влево операнда А с учетом входного переноса, равного содержимому триггера переноса, установленному при выполнении предыдущей команды.

Сравнение (K). Выполняется арифметическое сложение операнда А с обратным кодом операнда В и с единицей, подаваемой на вход переноса. Выполняемое действие представляет собой арифметическое вычитание операнда В из операнда А. При выполнении этой операции в триггер переноса заносится значение переноса из нулевого разряда АЛУ. Результат сравнения сохраняется в двух триггерах ($A \neq B$ и $B > A$), доступных анализу, проводимому микропрограммой.

Исключающее ИЛИ (*). Выполняется операция ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ (сумма по модулю 2) над операндами А и В.

Логическое ИЛИ (V). Выполняется логическая операция ИЛИ над операндами А и В. При выполнении операции триггер переноса устанавливается в нулевое состояние.

Логическое И (·). Выполняется логическая операция И над операндами А и В. При выполнении операции триггер переноса устанавливается в нулевое состояние.

Регистры. Все регистры делятся на регистры *общего и специального* назначения. Регистры общего назначения используются в основном для организации работы микропрограмм, в то время, как регистры специального назначения связаны со специфическими действиями схем УУ и используются в микропрограммах для анализа и управления.

Буферная память рассчитана на 512 слов длиной по 39 разрядов, из которых 32 — информационные, а 7 представляют собой циклический код Хэмминга, с помощью которого корректируются одиночные ошибки. Для построения используются такие же элементы памяти, как и в УП. В буферной памяти УУ хранятся информация о состоянии всех подключенных НМД, статистическая информация, управляющая информация о выполняемых цепочках команд канала и текущая информация о выполняемых микродиагностических программах.

Блок связи с НГМД. Этот блок управляет обменом данными между НГМД и управляющим процессором. При включении питания УУ в блоке генерируются все управляющие сигналы, необходимые для загрузки функциональных микропрограмм и для выполнения начальной микродиагностики.

8.1.3. Управляющий интерфейс

Связь между УУ и управляющим модулем реализуется по принципу, аналогичному организации большего интерфейса, и называется *управляющим интерфейсом*. Физически управляющий интерфейс состоит из 39 линий входа-выхода, через которые осуществляются последовательности выборки, передачи состояния, обмена данными, управления механизмом позиционирования, диагностики и др. В состав управляющего интерфейса входят также регистры специального назначения, счетчики и различные схемы, управляемые микропрограммами.

8.1.4. Инженерный пульт

Он содержит логические схемы, необходимые для осуществления ручного управления устройством ЕС 5567 в автономном режиме, а именно загрузкой адресов и микродиагностических тестов, вводом параметров и режимов выполнения, контролем за выполнением микродиагностических программ, индикацией ошибок и др.

8.1.5. Микропрограммное управление

Микропрограммы управления и диагностики УУ ЕС 5567 хранятся на гибком магнитном диске (ГМД) и вводятся с него в УП устройства управления при включении питания или с помощью инженерного пульта.

Микропрограммы управляют работой УУ путем выполнения последовательностей микрокоманд. Каждая микрокоманда разделена на отдельные поля, которые предназначаются для осуществления определенных действий в УУ.

Форматы микрокоманд. Используются четыре формата микрокоманд УУ (рис. 8.3). В зависимости от формата каждое поле управляет различными схемами и узлами устройства.

Так как слово микрокоманды имеет 34 разряда, а в УУ необходимо множество управляющих сигналов, используется метод трансляции, при котором 34-разрядное слово преобразуется в 57-разрядное. Это обеспечивает возможность уменьшения требуемой емкости управляющей памяти.

Формат 0 дает возможность посредством одной микрокоманды вводить информацию в два регистра.

Занесением информации в один из регистров управляет поле D. В этот регистр загружается результат операции, выполненной в АЛУ над данными из регистра, определенного полем A и константой Z. Функция АЛУ определяется полем F, т. е. $D = F(A, Z)$.

Занесением информации во второй регистр управляет поле C. В этот регистр загружается константа, находящаяся в поле X, т. е. $C = X$.

Формат 1 позволяет производить загрузку одного регистра и выполнять переход по результату анализа определенного условия.

Поле BA служит для формирования шестого разряда адресного регистра УП (адреса перехода), если выполнено условие, находящееся в поле BC. Если

Формат 0

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33																										
0	1	A																		D												Z							F							X							C						
ФМТ																																																											

Формат 1

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33																			
0	1	A																Z														F							BC							BA						
ФМТ																																																				

Формат 2

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33																			
0	1	CL																Z														BA2							BC							BA						
0		1																																																		
Ф		MT																																																		

Формат 3

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33																			
0	1	A																F														BA3							BC							BA						
ФМТ																																																				

Рис. 8.3. Форматы микрокоманд УУ ЕС 5567

условие перехода не выполняется, то в адресный регистр для исполнения загружается следующий адрес. Анализируемое условие перехода устанавливается в конце предыдущей команды. Функция АЛУ определяется полем F , т. е. $D = F(A, Z)$.

Формат 2 дает возможность выполнения управляющей операции ввода данных в регистр и перехода по условию.

Поля BA и $BA2$ используются для формирования девяти младших разрядов адресного регистра УП, если выполняется это условие, определяемое полем BC . Старшая часть адресного регистра в этом случае остается без изменения. Если условие перехода не выполняется, в адресный регистр загружается адрес, следующий в порядке адресов. Анализируемое условие перехода устанавливается в конце выполнения предшествующей микрокоманды. Константа Z загружается в регистр, определяемый полем D .

Поле CL при дешифрировании может обеспечить выработку 32 управляющих сигналов. Некоторые из них управляют установкой и сбросом определенных триггеров УУ, а другие — обменом информацией между регистрами.

Формат 3 дает возможность выполнения операции в АЛУ над содержимыми двух регистров для загрузки данных в третий регистр и переход по результату анализа условия.

Поля BA и $BA3$ используются для формирования 12 младших разрядов адресного регистра УУ, если выполнено условие, определенное полем BC . Условие перехода, подвергаемое анализу, устанавливается в конце выполнения предшествующей команды. Если не выполнено условие перехода, в адресный регистр загружается адрес, следующий в порядке адресов.

Регистр, определяемый полем D , заполняется результатом выполненной в АЛУ операции. Действие, производимое в АЛУ, определяется полем F , т. е. $D = F(A, B)$.

Организация функциональных микропрограмм. Функциональные микропрограммы образуют *совокупность подпрограмм* (рис. 8.4). Каждая подпрограмма выполняет одну из основных специфических функций. Это позволяет производить совмещение подпрограмм, т. е. использовать одни и те же подпрограммы для выполнения различных операций.

Процедура установки в нулевое состояние. В эту процедуру входят последовательности действий по осуществлению общего системного и селективного сброса, сброса от инженерного пульта устройства, а также действия по первоначальной загрузке микропрограмм. В зависимости от характера последовательности действий осуществляется полный или частичный сброс в исходное состояние схем в УУ и микропрограммы производят повторный пуск с нулевого начального адреса.

Основной цикл ожидания. Эта подпрограмма используется для организации первоначальной выборки по инициативе канала, выборки по запросу от УУ или входа в диагностический монитор, если в течение 150 мкс не начала выполняться последовательность выборки.

Анализ состояния. Подпрограмма загружает информацию о текущем состоянии выбранного НМД в буферную память УУ. При этом принимается и код команды. После обработки состояния выбранного НМД подпрограмма принимает решение, производить ли передачу конечного байта состояния или дешифровать код команды.

Дешифрирование команды. В эту подпрограмму может входить или подпрограмма анализа состояния, или подпрограмма последней процедуры при цепочке команд. Во втором случае время дешифрирования команды совпадает со временем обработки интервалов между отдельными записями и полями на до-

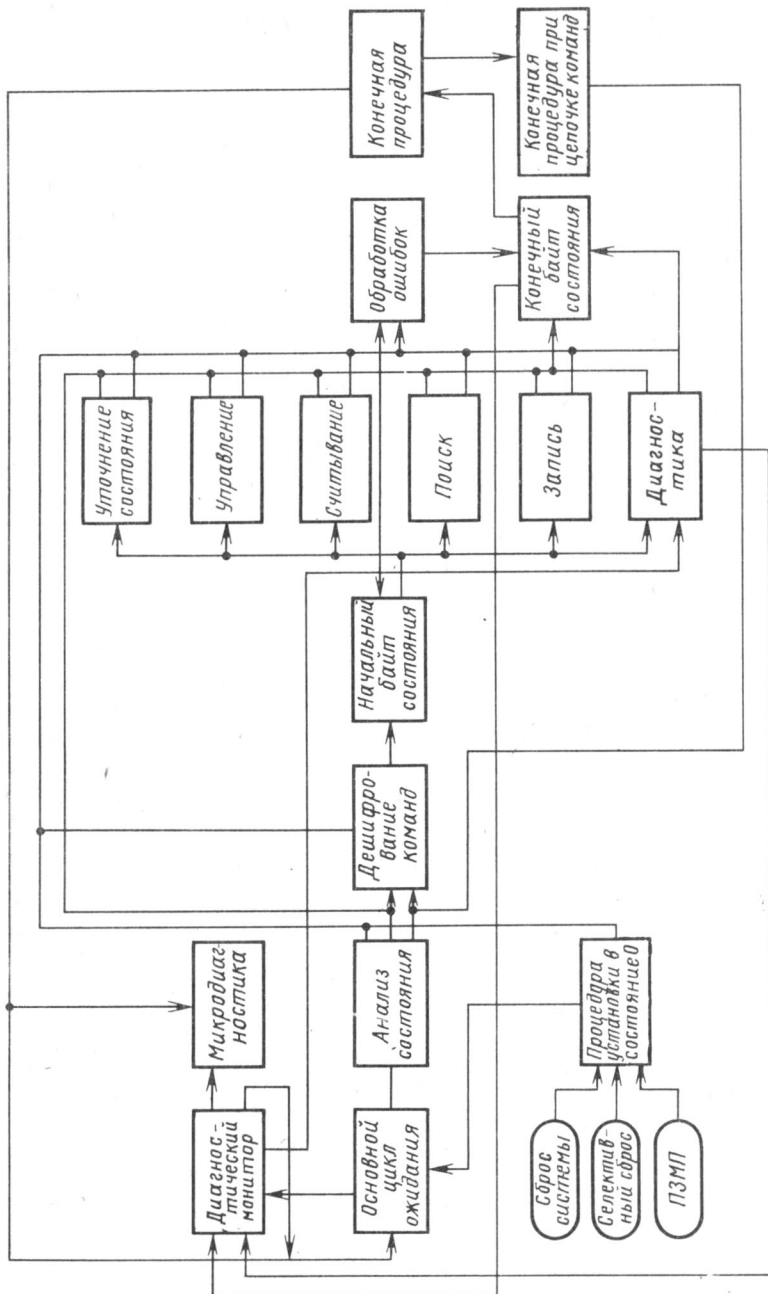


Рис. 8.4. Организация функциональных микропрограмм в ЕС 5567

роже диска. Подпрограмма производит проверку достоверности команд, правильности подачи команд в цепочках и устанавливает соответствующие признаки, необходимые для правильного выполнения команды.

Начальный байт состояния. При нормальном выполнении операции эта подпрограмма организует передачу нулевого начального байта состояния, после чего осуществляется переход к подпрограмме, реализующей выполнение конкретной команды.

Конечный байт состояния. В этой подпрограмме происходит передача каналу конечного байта состояния. Подпрограмма производит прием последнего байта и определяет далее, что требует канал: выполнение ли цепочки команд, разрыв ли цепочки команд или блок-мультиплексирование.

Конечная процедура цепочки команд. Подпрограмма используется при выполнении каналом цепочки команд. В ней производится обработка запроса на прерывание от НМД и сброс его, а также ожидание следующей команды канала.

Конечная процедура. Производит освобождение выбранного управляющего модуля и НМД в конце цепочки команд. Если в конечном байте состояния содержится бит СБОЙ В УСТРОЙСТВЕ, подпрограмма сохраняет байты уточненного состояния, расположенные по определенному адресу в буферной памяти. Если подсистема находится в диагностическом режиме, подпрограмма производит переход к диагностическому монитору, а если нет — к основному циклу ожидания.

Команды управления. Подпрограммы из этих команд не связаны с прямым обменом данными между НМД и каналом. Они осуществляют управление движением механизма доступа, считыванием номера текущего сектора, переходом к требуемому сектору по номеру, заданному каналом, получением маски защиты записи и установкой маски, а также пропуском дефектного участка дорожки.

Команды уточнения состояния. Четыре подпрограммы из команд уточнения состояния обрабатывают информацию уточненного состояния из различных областей буферной памяти (в зависимости от команды) и запрашивают ЦП о целях операционной системы.

Команды считывания. Подпрограммы из этих команд управляют обменом данными между определенным НМД и каналом. Считанная информация контролируется на достоверность с помощью циклических кодов, записанных после каждого поля. При обнаружении ошибки производится анализ ее типа (корректируемая или нет). Корректируемые ошибки в полях собственного адреса, счетчика и ключа исправляются в буферной памяти, а для ошибок в поле данных УУ предоставляет необходимую информацию для исправления ошибок в ОП ЭВМ. При появлении некорректируемых ошибок используются процедуры повторения и смещения считывающей головки, с помощью чего ошибка превращается в корректируемую.

Команды записи. Подпрограммы из этих команд организуют прием данных из канала и запись их в соответствующие поля дорожки. В зависимости от того, происходит ли изменение только содержимого информационных полей ключа и данных или перераспределяется емкость дорожек, команды записи подразделяются соответственно на форматные и неформатные.

Команды поиска. Производят одновременно прием байта ДАННЫЕ ОТ КАНАЛА и ОТ НМД, после чего производят их побитное сравнение по условию: РАВНО, БОЛЬШЕ или РАВНО ИЛИ БОЛЬШЕ. Результат сравнения посылается в последнем байте состояния для анализа его каналом и программами.

Подпрограммы обработки ошибок. Осуществляют обработку всех типов ошибок, требующих повторения команд, а также анализируют все ошибки. Повторения команды требуют следующие ошибки: корректируемые, незавершенного поиска, обнаружения дефектной и запасной дорожки, заполнения дорожки нулями, сбоя в синхробайте, сбоя в адресном маркере, переполнения по команде, переполнения по данным и др.

Диагностический монитор. Управляет загрузкой и выполнением микродиагностических тестов, инициированием кода ошибки. Он создает возможность для выполнения микродиагностических тестов в режиме, удобном для наблюдения и работы с заклиниванием. Представляет часть функциональных микропрограмм УУ.

Управляющий модуль (УМ) представляет собой электронное устройство, генерирующее под контролем УУ последовательности управляющих сигналов для НМД 100 и 200М байт. Поэтому УМ выполняет часть функций УУ при осуществлении связи с накопителями на сменных магнитных дисках.

Управляющий модуль ЕС 5667 конструктивно оформлен в виде отдельной тумбы, размеры которой соответствуют размерам накопителей. При монтаже тумба УМ устанавливается так, что конструктивно образуется неразрывное целое с выставленными в линию накопителями.

8.2.1. Управляющий интерфейс

Функциональная связь между УУ и УМ осуществляется с помощью так называемого *управляющего интерфейса*, представляющего собой набор шин и линий и работающего по принципу «запрос-ответ». Управляющие модули (их может быть до четырех), подключаются к интерфейсу параллельно. Их работа организуется так, что в каждый заданный момент времени только один из них может быть логически подключен к УУ.

Канальные команды разбиваются в УУ на последовательности управляющих команд и команд обмена данными, которые передаются по управляющему интерфейсу для исполнения выбранным УМ и НМД. В зависимости от типа команды УМ либо берет на себя полностью управление НМД, либо служит устройством связи между УУ и НМД.

А. Шины и линии от УУ к УМ

ШИН УУ—К, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 — шины УУ. Они состоят из 9 линий, по восьми из которых передаются значения информационных разрядов, а по девятой — значение контрольного разряда, формируемого по условию нечетности. Шины ШИН УУ имеют два основных назначения, определяемые стробирующим управляющим сигналом. По ШИН УУ к УМ передаются адреса УМ-НМД или модификаторы команд идентификаторных шин, если стробирующим является сигнал РАЗР. При обмене данными по ШИН УУ передаются байты от УУ к УМ, управляемые сигналом ИНФ УУ.

ШИН ИД — К, 0, 4, 5, 6, 7 — идентификаторные шины, служащие для передачи от УУ к УМ команд, определяющих операции, которые должны выполнить УМ-НМД. Информация на ШИН ИД стробируется сигналом РАЗР. Шины ШИН ИД состоят из пяти информационных линий и одной для контрольного разряда, определяемого по условию нечетности. Информация на ШИН ИД всегда должна быть нечетной, в противном случае отменяется сигнал ВЛД и прекращается связь между УУ и УМ. С помощью ШИН ИД могут передаваться 16 команд для УМ и 16 — для НМД. При подаче команд, относящихся к УМ, сигнал на ШИН ИД — 0 равен 0, т. е. команды относятся к типу 0Х. При командах, относящихся к НМД, сигнал на ШИН ИД—0 равен 1, и команды относятся к типу 8Х.

РАЗР. Активный сигнал на линии РАЗР определяет присутствие информации на ШИН УУ и ШИН ИД и является стробирующим сигналом для этих двух групп шин. Сигнал РАЗР активен в интерфейсе до тех пор, пока его не сбросит УУ при получении ответного сигнала ВЛД от УМ.

ВЫБОР. Сигнал на линии ВЫБОР активизируется перед передачей команды выбора УМ-НМД. Он поддерживается в активном состоянии для осуществления связи между УУ и УМ-НМД в течение всего времени исполнения последовательности команд, выполняемых подсистемой УУ-УМ-НМД в ходе реализации цепочки команд канала.

ИНФ УУ. Сигнал на линии ИНФ УУ используется УУ для подтверждения присутствия и стробирования информации, передаваемой по ШИН УУ во время обмена данными между УУ и УМ.

ПРИНК. Активный сигнал на линии ПРИНК означает, что УУ приняло сигнал НОРМК или СБОЙК от УМ в конце команды типа ЗАПИСЬ или СЧИТЫВАНИЕ.

УПРСЧК. Сигнал на линии УПРСЧК используется УУ для продолжения цикла работы счетчика при обмене данными с УМ, если должно быть передано более 16 байт. Сигнал устанавливается в состояние 1 в начале обмена и сбрасывается, как только содержимое счетчика байтов станет меньше 16.

СИНХРО. В интерфейсе УУ-УМ предусмотрена одна свободная линия, связанная с выходом передатчика УУ и входом приемника УМ, по которой можно передавать произвольный синхронизирующий сигнал. Сигнал по этой линии не используется схемами УМ и предназначается только для целей синхронизации (точка синхронизации) при диагностировании подсистемы УМ-НМД.

Б. Шины и линии от УМ к УУ

ШИН УМ — К, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 — шины УМ, состоящие из восьми информационных линий и одной линии контрольного разряда, определяемого по условию четности. По ШИН УМ передаются данные (при команде типа СЧИТЫВАНИЕ), информация о состоянии блока ЕСС или информация о результате неправильного выполнения операции. Информация на ШИН УМ действительна и воспринимается в момент, когда активен сигнал ВЛД, а при обмене данными — при активности сигнала ИНФ УМ.

ВЛД. Активный сигнал по линии ВЛД информирует УУ о том, что УМ-НМД получили достоверную команду с правильной четностью на ШИН ИД-ШИН УУ, а на линии ШИН УМ находится ответ из УМ.

ВЫБРАН. Сигнал на линии ВЫБРАН активизируется УМ в результате выполнения команды выбора и поддерживается в активном состоянии на всем протяжении сигнала ВЫБОР, служит индикатором правильного выполнения операции взаимодействия УМ-НМД.

ИНФ УМ. Сигнал на линии ИНФ УМ подтверждает достоверность и стро-бирует информацию на ШИН УМ во время выполнения операции типа СЧИТЫВАНИЕ. При операции типа ЗАПИСЬ сигнал ИНФ УМ синхронизирует обмен между данными УУ и УМ.

НОРМК. Активный сигнал на линии НОРМК информирует УУ о нормальном завершении команды типа ЗАПИСЬ или СЧИТЫВАНИЕ и определяет достоверность информации на ШИН УМ в конце операции. При этих командах НОРМК сбрасывается после получения сигнала ПРИНК от УУ. При командах, отличных от ЗАПИСЬ или СЧИТЫВАНИЕ, НОРМК устанавливается в состояние 1 во время действия сигнала РАЗР одновременно с сигналом ВЛД; его сброс происходит после сброса сигнала РАЗР.

СБОЙК. Сигнал на линии СБОЙК используется только при командах типа ЗАПИСЬ или СЧИТЫВАНИЕ и информирует УУ о неправильном завершении операции. Информация о причине ошибки находится на ШИН УМ. Сигнал СБОЙК сбрасывается по получении сигнала ПРИНК.

СБОЙУМ. Сигнал на этой линии принимает состояние 1 при обнаружении схемами контроля ошибки в определенном УМ или НМД во время выполнения команды. Сброс сигнала происходит после сброса сигнала ошибки.

ИНДЕКС. Сигнал на линии ИНДЕКС информирует УУ об обнаружении сигнала индекса выбранного НМД.

ВПЛН. Сигнал на линии ВПЛН устанавливается в состояние 1 при нажатии кнопки ВПЛН на инженерном пульте УМ ЕС 5667, если переключатель ДИАГН-КОМПЛЕКС находится в положении ДИАГН. Система ВПЛН используется для целей микродиагностики подсистемы УМ-НМД.

8.2.2. Команды управляющего интерфейса

Команды управляющего интерфейса (табл. 8.3), вырабатываемые в УУ, обеспечивают посылку в УМ кодов команд, которые УМ или НМД должны выполнять при обработке данных или управляющей информации. В целом команды могут быть разделены на четыре типа: команды УМ, команды НМД, команды УМ и НМД и диагностические.

8.3. Команды управляющего интерфейса

ШИН-ИД	ШИН-ИД 04567	Группа	Устройство	Значение
00	00000	—	—	
01	00001	Н	УМ	Ввод неблокируемого регистра
02	00010	Н	УМ	Опрос прерывания УМ
03	00011	Н	УМ	Адрес УМ
04	00100	Н	УМ	Опрос байтов ошибок
05	00101	—	—	
06	00110	—	—	
07	00111	—	—	
08	01000	Н	УМ	Управление ECC
09	01001	Н	УМ	Управление
0A	01010	Н	УМ	Управление опросом
0C	01100	Н	УМ	Индицировать ИП-1
0D	01101	Н	УМ	Индицировать ИП-2
0E	01110	Д	УМ	Считать
0F	01111	Д	УМ	Записать
80	10000	—	—	
81	10001	Н	НМД	Ввод сектора
84	10100	Н	НМД	Запрос состояния
85	10101	Н	НМД	Запрос адреса
86	10110	Н	НМД	Ввод цилиндра
87	10111	Н	НМД	Ввод головки
88	11000	Н	НМД	Ввод разности/смещения
89	11001	Н	НМД	Управление 1
8A	11010	Н	НМД	Управление 2
8C	11100	Н	НМД	Уточнить состояние
8D	11101	Н	НМД	Ввод режима/диагностики
8F	11111	Н	НМД	Ввод старшей части разности — 512, 256
0B	01011	Н	УМ-НМД	Сброс операции
82	10010	Н	УМ-НМД	Опрос прерывания НМД
83	10011	Н	УМ-НМД	Адрес НМД
8B	11011	Н	УМ-НМД	Операция
8E	11110	Н	УМ-НМД	Диагностика (+модификаторы)

Примечание. Н — непосредственная команда, Д — длинная команда.

Команды УМ. В эту категорию входят команды типа «ОХ», подразделяемые на две группы: непосредственные и длинные команды.

Непосредственные команды. Производят перенос только одного байта информации (обычно управляющей) от УУ к УМ или только одного байта (информация состояния) от УМ к УУ. Удостоверившись в правильности команды, УМ в ответ на сигнал РАЗР устанавливает в состояние 1 сигналы ВЛД и НОРМК. При этих командах сигнал СБОЙК в состояние 1 не устанавливается.

Длинные команды. Для этого типа команд в УМ устанавливается последовательность для передачи большего числа байтов между УУ и УМ. К подобным командам относятся ЗАПИСЬ и СЧИТЫВАНИЕ. Приняв команду, управляющий модуль в ответ на РАЗР устанавливает в состояние 1 признак ВЛД. Сигнал НОРМК или СБОЙК устанавливается в состояние 1 в конце операции в зависимости от результата ее выполнения. В ответ на НОРМК или СБОЙК УУ устанавливает в состояние 1 ПРИНК.

Команды НМД. К ним относятся команды типа Х«8Х». УМ передает эти команды выбранному НМД, а его ответ пересылает в УУ. В этом случае УМ является только устройством связи между УУ и НМД.

Команды УМ и НМД. В группе команд типа Х«8Х» могут быть выделены три команды Х«82», Х«83» и Х«8В», в выполнении которых участвуют одновременно УМ и НМД.

Диагностические команды. Для расширения возможностей диагностики НМД команда «8Е» при определенном модификаторе на ШИН УУ может увеличить число команд, дешифрируемых НМД, до 20. Это обеспечивается искусственной установкой в состояние 1 ШИН П-3 в НМД, которые в нормальных ситуациях не используются.

8.2.3. Структурная схема управляющего модуля

Управляющий модуль может быть разделен на несколько функционально обособленных блоков.

Блок связи с управляющим интерфейсом осуществляет связь с УУ через управляющий интерфейс, выполняет последовательность выборки, проверяет правильность полученных команд и данных, определяет приоритет прерывания, а также адрес прерывания. При необходимости подключения УМ к двум УУ следует использовать устройство ЕС 5667.02. Оно является модификацией ЕС 5667, оборудованной дополнительно дублирующим блоком связи с управляющим интерфейсом, что дает возможность динамического подключения к двум интерфейсам.

Блок управления и формирования интервалов определяет длину всех интервалов в зависимости от типа поля, обработка которого производится. Быстродействие счетчика, определяющего длину интервала, составляет 1,24 мкс (время записи-считывания одного байта).

Блок управления обмена данными. Основным узлом в этом блоке является счетчик обмена данными, содержимое которого увеличивается на 1 при передаче одного байта между УУ и УМ. В момент получения команды ЗАПИСЬ или СЧИТЫВАНИЕ в счетчик обмена данными вводится число $D = (15 - d) \bmod 16$, где D — содержимое ШИН УУ [4—7]. Число D определяется на основе реального числа байтов, которыми должен быть произведен обмен между каналом и УУ для завершения микропрограммы УУ.

Параллельно-последовательный преобразователь данных (ППП) предназначен для преобразования передаваемых данных из параллельного кода (побайтной формы) в последовательный (побитовую форму) при операции **ЗАПИСЬ**, и из последовательного кода в параллельный при операции **СЧИТЫВАНИЕ**. При операции **ЗАПИСЬ** после преобразования в последовательный код перед непосредственной записью на диск данные с интервалом 155 нс между отдельными битами поступают в схемы предварительной компенсации. Здесь компенсируются (делаются круче) фронты сигналов битов, записываемых в пакет дисков, чтобы при воспроизведении смещаться от места с высокой плотностью к месту с более низкой плотностью записи. Это явление вытекает из физической сущности записи на поверхности магнитного покрытия по методу модифицированной частотной модуляции. В схемах предварительной компенсации происходит смещение отдельных разрядов на известное расстояние в зависимости от конфигурации данных (комбинации нулей и единиц), поступающих через усилитель-передатчик на запись к выбранному накопителю. При операции **СЧИТЫВАНИЕ** в блоке ППП производится выделение адресного маркера и синхробайта, после которых полученные отделенные данные из последовательного кода преобразуются в параллельный для побайтной передачи в УУ.

Блок контроля данных с помощью циклического кода (ЕСС) генерирует 56-разрядный циклический код (Файера), позволяющий обнаруживать все ошибки в данных при считывании и исправлять одиночный пакет ошибок в заданном поле длиной до 11 бит.

Блок связи с дисковыми накопителями генерирует и выдает управляющую последовательность сигналов в НМД на основе команд, поступающих из УУ, управляет выбором НМД и осуществляет передачу данных между УМ и НМД, подготавливая информацию о состоянии накопителя.

Блок синхронизации осуществляет компенсацию изменения частот при записи, возникающего вследствие непостоянства скорости вращения пакета дисков. Компенсация производится посредством непрерывной синхронизации относительно сервоимпульсов, поступающих от выбранного дискового накопителя. При считывании синхронизация осуществляется относительно поступающих с диска данных. При этом происходит выделение тактовых импульсов, и отделенные данные подаются на обработку в блок ППП.

8.3. НАКОПИТЕЛИ НА МАГНИТНЫХ ДИСКАХ

Накопители на магнитных дисках (НМД) предназначены для работы в составе ЭВМ «Ряд-2» и представляют собой накопители на сменных магнитных дисках, имеющие большую емкость и высокие показатели качества. В основе их конструкции лежит использование сервоповерхности. Емкость пакета, надеваемого на

шпиндель привода НМД, может быть равна 100 и 200М байт. Основными представителями таких устройств являются НМД ЕС 5067.02 (2×100М байт) и ЕС 5067 (1×200М байт).

8.3.1. Накопители на магнитных дисках типа ЕС 5067.02

Накопитель ЕС 5067.02 состоит из двух независимых шпиндельных модулей, использующих сменные пакеты дисков ЕС 5266.01 с сервоповерхностью или им эквивалентные. Каждый шпиндельный модуль (ШМ) оборудован пультом оператора для управления и индикации, на который выводится подробная информация о состоянии накопителя.

Подключение устройства к ЭВМ осуществляется с помощью устройства управления (см. 8.1) и управляющего модуля (см. 8.2). К одному модулю может быть подключено до четырех устройств ЕС 5067.02 (восемь шпиндельных модулей).

Каждый ШМ имеет свой переключатель — *логический адрес*, дающий возможность оператору изменять логический адрес ШМ. Переключатель имеет номера от 0 до 7, шпиндельный модуль обеспечивает доступ ко всем 411 цилиндрам пакета и выбор любой из 19 магнитных головок данных для обмена информацией через УМ.

ЕС 5067.02 выполняет следующие основные функции: позиционирование на заданный цилиндр, выбор магнитной головки, запись или воспроизведение данных, выполнение команд от УУ и УМ, передачу состояния устройства к УМ и УУ.

Основные технические характеристики ЕС 5067.02

Емкость памяти — 200М байт в накопителе, 100М байт в шпиндельном модуле, 247 370 байт в цилиндре, 13 030 байт на дорожке.

Скорость передачи данных — 806 000 байт/с

Время позиционирования — 55 мс (максимальное);

30 мс (среднее);

10 мс (минимальное);

Время ожидания — 8,83 мс (среднее)

Время пуска-останова — не более 20 с

Формат записи — в соответствии с ИСО 4337

Питание — от трехфазной сети 380/220 В (+10 % — 15 %), (50 ± 1) Гц

Потребляемая мощность — 2,5 кВА

Граничные условия окружающей среды:

температурный диапазон — +5 — 40 °С

относительная влажность воздуха при 30 °С — до 95 %

Габариты:

ширина — 1190 мм, высота — 1143 мм, длина — 816 мм

Масса — 555 кг

Устройство ЕС 5067.02 может быть подключено к ЭВМ и с помощью только управляющего модуля ЕС 5667 посредством так называемого интегрированного включения. Для этого необходимо, чтобы ЭВМ располагала интегрированным управлением памятью (ИУП) или интегральным файл-адаптером (ИФА).

Блок двигателя, к которому относятся: основной корпус, линейный двигатель, каретка с направляющими, прецизионный шпиндель пакета, двигатель привода шпинделя и кожух пакета.

Блок электроники.

Пульты индикации и управления.

Система фильтрации воздуха.

Вентиляторная охлаждающая система.

Блоки питания (постоянного и переменного тока).

Рама с передними и задними дверцами и створками.

Блок управления двигателем шпинделя.

Механический тормоз.

Электромагнитные блокировки и переключатели.

Узлы установки и доступа к пакету.

8.3.2. Пакеты дисков

По сравнению с пакетами типа ЕС 5061 новым в конструкции пакетов ЕС 5266.01 (100М байт) и ЕС 5267 (200М байт) является наличие предварительно записанной управляющей и синхронизирующей информации (сервоинформации) (рис. 8.5), расположенной на одной из поверхностей в середине пакета (между поверхностями 9 и 10).

Сервоинформация обеспечивает выполнение следующих функций:

исполнение операции **НАГРУЗКА ГОЛОВКИ (ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЙ ПОИСК)** и **ВОССТАНОВЛЕНИЕ**;

генерирование импульсов для счетчика (цилиндровых импульсов) во время операции **ПОИСК**;

СЛЕЖЕНИЕ за точным положением головки записи-воспроизведения на дорожке;

выполнение операции **СМЕЩЕНИЕ**;

генерирование сигнала **ИНДЕКС**, задающего физическое начало всем дорожкам пакета;

КОНТРОЛЬ УГЛОВОГО ПОЛОЖЕНИЯ пакета;

СИНХРОНИЗАЦИЯ данных во время операции **ЗАПИСЬ**.

Основные технические характеристики пакетов дисков емкостью по 100 и 200М байт

	ЕС 5266.01	ЕС 5267
Емкость, М байт	100	200
Число цилиндров	411	815
Число дисков в пакете	12	12
Число поверхностей с данными	19	19
Максимальная линейная плотность, бит/мм	159	159
Поперечная плотность, дорожек/мм	8	16
Высота плавания головки над поверхностью, мкм	1,14	0,8
Метод записи	МЧМ	МЧМ
Внешнее магнитное поле, А/м	4000	4000
Частота вращения, об/мин	3600 ± 2 %	3600 ± 2 %
Размер, мм	180×381	180×381
Масса, кг	10	10

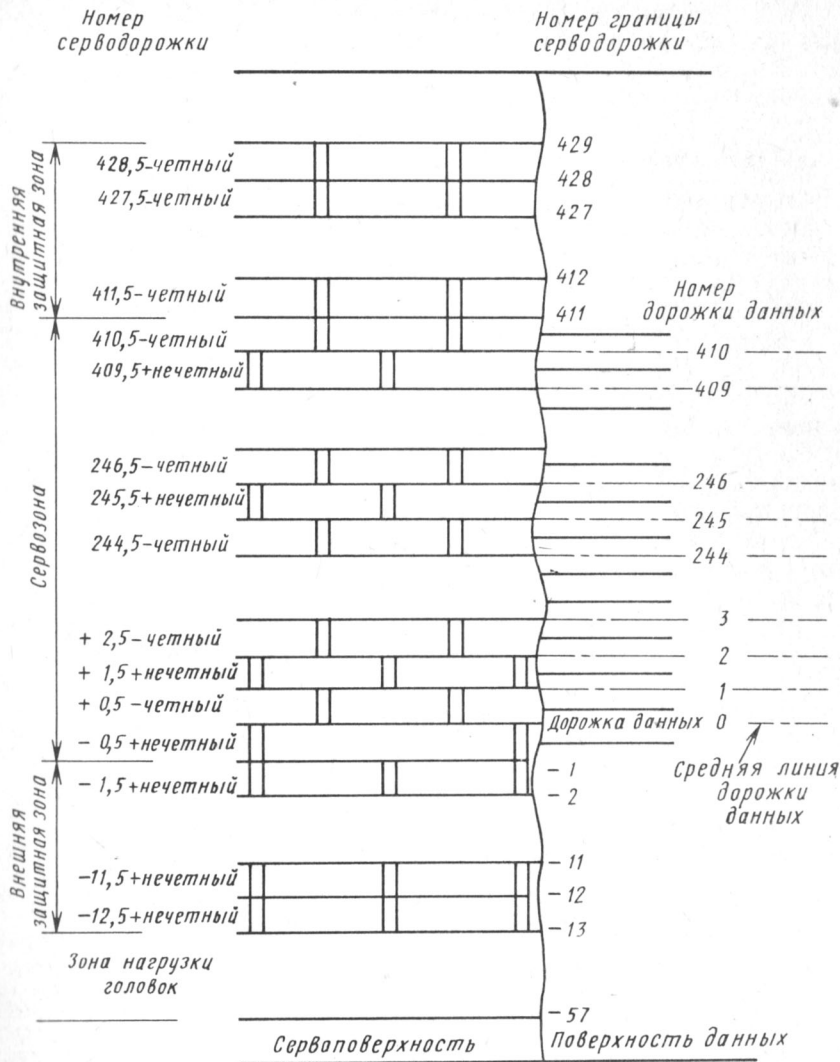


Рис. 8.5. Формат сервоповерхности

Контрольные пакеты дисков бывают двух типов — ЕС А544 (100М байт) и ЕС А533 (200М байт); они используются для выполнения следующих функций:

- радиальной настройки головок данных;
- настройки положения шпинделя относительно направляющих;
- проверки тангенциальной настройки;
- контроля различными тестами, запуска и исполнения диагностических процедур.

Выбор цилиндра 245 (или 496 — для НМД 200М байт) для радиальной настройки головок не случаен. Он обусловлен требованием одинаковой тангенциальной ошибки (недорегулировки) крайних дорожек 000 и 410 (или 814 для НМД 200М байт).

8.3.3. Интерфейс и структура

Структурная схема НМД показана на рис. 8.6.

При работе накопителя в составе ЭВМ через интерфейс между УМ и НМД производится логическое подключение одного из физически связанных с УМ шпиндельных модулей.

Сигналы на мультиплексных шинах байта управления (ШИН БУ) вместе с сигналами на мультиплексных шинах признаков (ШИН П), стробируемые сигналом на линии РАЗРЕШЕНИЕ ШИН П, задают адреса и команды, подлежащие выполнению выбранным НМД.

По мультиплексным шинам байта ответа (ШИН БО) в УМ передается информация о принятых адресах и командах, а также о состоянии НМД.

По мультиплексным шинам физического адреса (ШИН ФИЗ АДР) в УУ сообщается физический адрес шпиндельного модуля в коде «3 из 6».

Правильная четность сигналов на входных мультиплексных шинах подтверждается сигналом по линии ПРВ ШИН П. По линиям РАЗРЕШЕНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ и УПРАВЛЯЕМАЯ ЗЕМЛЯ подаются сигналы, управляющие последовательным раскручиванием пакетов в электрически включенных шпиндельных модулях.

Блок **УПРАВЛЕНИЕ ИНТЕРФЕЙСОМ** декодирует поступающие из УМ сигналы и вырабатывает соответствующие сигналы о состоянии НМД.

Блок **НЕИСПРАВНОСТЬ** следит за появлением неисправности в НМД, которая могла бы стать причиной уничтожения ценной информации в пакете, блокирует воспринимаемые входные сигналы и данные в схемах записи, вырабатывая и посылая соответствующий сигнал в УМ.

При вводе адреса в **РЕГИСТР АДРЕСА СЕКТОРА (РАС)** экономится время канала, затрачиваемое на ожидание поворота пакета до подхода требуемого места для записи или воспроизведения. Этот адрес сравнивается в блоке **СРАВНЕНИЕ СЕКТОРА** с текущим адресом, вырабатываемым блоком **СЕКТОР/ИНДЕКС**. Импульс **ИНДЕКС** вырабатывается не от риски либо выреза на диске пакета, а с помощью специальной последовательности импульсов (1) и пауз (0), записанной на всех дорожках сервоповерхности в виде 11010110.

В **РЕГИСТР АДРЕСА ЦИЛИНДРА (РАЦ)** вводится адрес искомого (желаемого) цилиндра.

В **РЕГИСТР АДРЕСА ГОЛОВКИ (РАГ)** заносится адрес искомой (желаемой) головки.

РЕГИСТР РАЗНОСТИ (РР) содержит разность между адресом цилиндра, на котором в настоящее время установлена головка, и адресом искомого цилиндра. Во время поиска содержимое РР уменьшается на 1 при перемещении с цилиндра на цилиндр, т. е. РР используется как счетчик.

Блок **УПРАВЛЕНИЕ ДОСТУПОМ** принимает команды и преобразует их в сигналы управления **СЕРВОСИСТЕМОЙ**, которая, в свою очередь, управляет движением каретки с головками и устанавливает их точно на требуемом цилиндре.

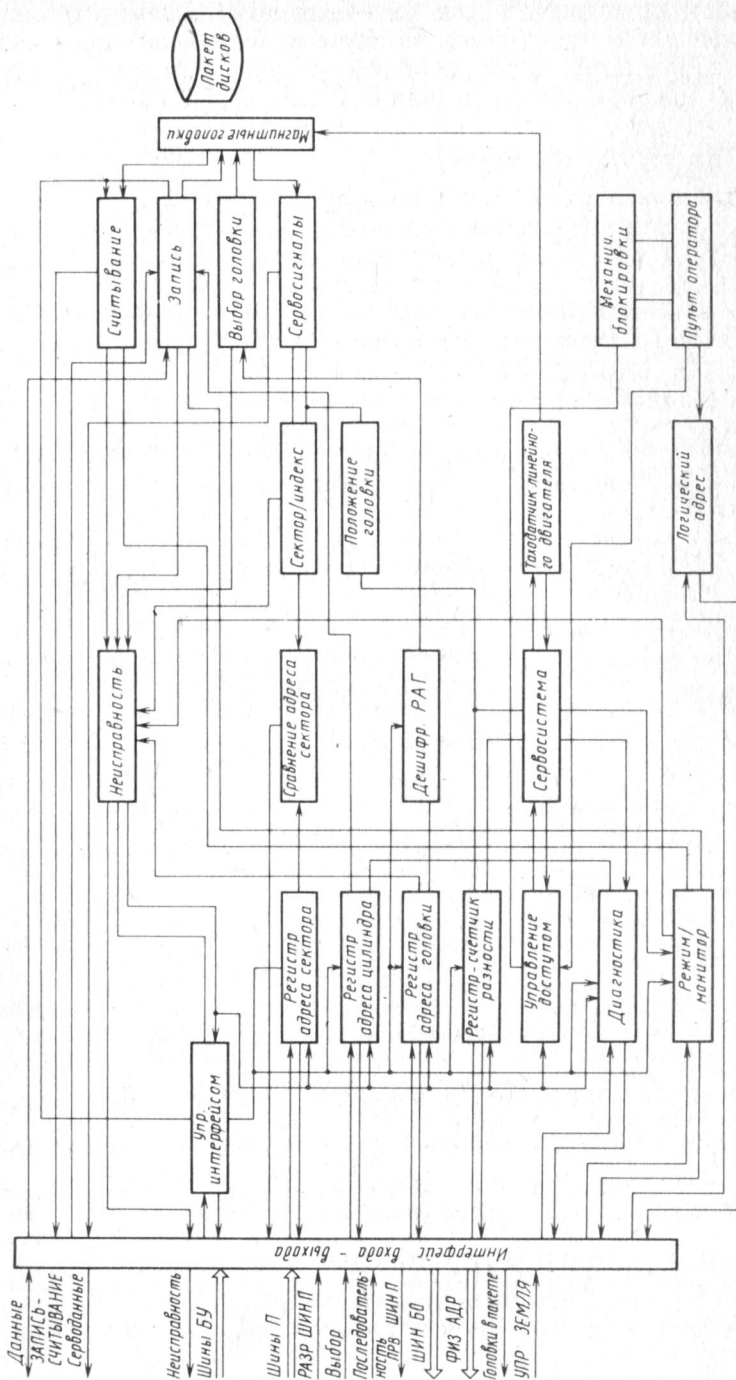


Рис. 8.6. Структурная схема НМД

ЛИНЕЙНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ — исполнительный механизм сервосистемы. Он конструктивно связан с ТАХОДАТЧИКОМ, вырабатывающим сигнал, пропорциональный скорости движения каретки.

Блок **ДИАГНОСТИКА** служит для проверки состояния НМД и используется в основном для обнаружения неисправностей в работе устройства.

Блок **РЕЖИМ/МОНИТОР** следит за правильностью выполнения основных операций в НМД, используя для этого информацию, поступающую от ряда узловых точек плат и блокировок.

ПУЛЬТ ОПЕРАТОРА служит для пуска и останова устройства, для вмешательства в его работу в режимах **ЗАПИСЬ-СЧИТЫВАНИЕ**, **ТОЛЬКО СЧИТЫВАНИЕ** и **АВТОНОМНЫЙ-КОМПЛЕКСНЫЙ**, а также для индикации содержимого внутренних регистров, выбираемых десятипозиционным переключателем.

Блок **ЛОГИЧЕСКИЙ АДРЕС** используется для присвоения желаемого адреса (от 0 до 7) каждому из НМД, подключенных к УМ.

МЕХАНИЧЕСКИЕ БЛОКИРОВКИ предохраняют информацию пакета от некомпетентного вмешательства посторонних.

Блок **СЧИТЫВАНИЕ** воспринимает воспроизводимые головкой сигналы и формирует из них **СЧИТАННЫЕ ДАННЫЕ**.

Блок **ЗАПИСЬ** принимает от УМ **ДАННЫЕ ДЛЯ ЗАПИСИ** и осуществляет их запись с помощью выбранной головки.

Блок **ВЫБОР ГОЛОВКИ** служит для выбора (физического подключения) только одной из 19 головок данного НМД.

Блок **СЕРВОСИГНАЛ** воспринимает воспроизводимую сервоголовкой информацию и передает ее к соответствующим блокам **ПОЛОЖЕНИЕ ГОЛОВКИ** (для управления сервосистемой), **СЕКТОР** и **ИНДЕКС** для синхронизации данных, подлежащих записи.

8.3.4. Сервосистема НМД емкостью 100 и 200М байт

Задачей сервосистемы НМД является установка головки на предварительно заданный цилиндр и обеспечение контроля за ее положением в процессе записи или считывания информации.

Исполнительный механизм сервосистемы состоит из **линейного двигателя**, подобного громкоговорителю, с перемещающейся вдоль оси катушкой. Она укреплена на каретке, на которой смонтированы **магнитные головки**. Сила, необходимая для перемещения головок, образуется при взаимодействии двух магнитных полей, одно из которых создается постоянным магнитом статора, а второе индуцируется током, протекающим через обмотки катушки. Направление тока в катушке-роторе определяет направление ее движения, а сила и продолжительность протекания тока определяют скорость движения. Значение (индикация) действительной скорости движения определяется **датчиком скорости** (таходатчиком). Он состоит из стержневидного постоянного магнита, связанного с кареткой, перемещающейся вместе с ротором, установленным в статоре линейного двигателя.

Сервоповерхность и тракт обработки воспроизводимой сервоинформации. На сервоповерхности пакета дисков в заводских условиях записана специальная служебная **сервоинформация**, расположенная на **серводорожках**. В зависимости от

записанной информации серводорожки бывают двух видов: *нечетные* и *четные*.

Вся сервоповерхность разделяется на несколько зон:

ВНЕШНЯЯ ЗАЩИТНАЯ ЗОНА, для которой отведены только нечетные дорожки;

СЕРВОЗОНА, размещенная на чередующихся четных и нечетных серводорожках, на каждой из которых записан закодированный индексный маркер;

ВНУТРЕННЯЯ ЗАЩИТНАЯ ЗОНА, для которой отведены только четные серводорожки.

**Основные геометрические характеристики
сервоголовки и серводорожек**

	НМД на 100М байт	НМД на 200М байт
Номинальная ширина рабочего зазора сервоголовки, мкм	130	62,2
Номинальная ширина серводорожки, мкм	132,1	68,58

Особенность сервоголовки заключается в том, что ширина ее считывающего рабочего зазора приблизительно равна ширине одной серводорожки.

Амплитуда сигнала, получаемого на выводе сервоголовки, пропорциональна размеру части рабочего зазора, находящейся над соответствующей серводорожкой. Если середина рабочего зазора сервоголовки находится точно на границе между двумя серводорожками, то это положение соответствует случаю, когда головки записи-воспроизведения находятся точно на требуемом цилиндре данных. При смещении сервоголовки по отношению к серводорожке происходит амплитудная модуляция воспроизводимого сигнала.

Тракт обработки воспроизводимой сервоинформации состоит из усилителя с автоматической регулировкой усиления и демодулятора. Последний формирует на выходе из считанного амплитудно-модулированного сигнала сигнал, пропорциональный отклонению магнитной головки от данного цилиндра. Полярность сигнала соответствует направлению отклонения — в п е р е д (к шпинделю) или н а з а д (к линейному двигателю). Этот сигнал выполняет функцию датчика положения.

Кроме этого, предусмотрены схемы, формирующие синхроимпульсы из воспроизведенного сигнала. Эти импульсы посылаются в УМ для синхронизации при записи данных.

Основные операции, выполняемые позиционирующей системой

Восстановление. С помощью этой операции магнитные головки устанавливаются на цилиндр 000 независимо от их предшествующего местоположения. Пуск этой операции происходит или по команде интерфейса, или при смене логического адреса. При первоначальном пуске НМД автоматически выполняется ВОССТАНОВЛЕНИЕ, после чего устройство готово к работе с УУ.

СЛЕДОВАНИЕ ПО ДОРОЖКЕ. При выполнении этой операции магнитные головки находятся точно на заданном цилиндре, и может осуществляться обмен данными.

СМЕЩЕНИЕ. Сервосистема выполняет эту операцию, если записанные данные не могут быть правильно прочитаны, и УМ осуществляет попытку устранения ошибки, задавая смещение на определенное расстояние от средней линии дорожки цилиндра.

ОТВОД ГОЛОВОК. При этой операции головки выдвигаются из пакета до заднего упора.

Основные режимы работы позиционирующей системы

Режим ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ. В этом режиме сервосистема должна обеспечивать оптимальную скорость движения магнитной головки с учетом достижения заданного среднего времени на установку, равного 30 мс. Пуск операции режима **ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ** происходит по команде УМ. Разница между действительным и указанным адресом цилиндра, а также требуемое направление движения запрашиваются управляющим модулем по интерфейсу у НМД. Там эта разница декодируется и загружается в регистр разницы, связанный с цифровым аналоговым преобразователем (ЦАП), преобразующим поступающую на его вход двоичную информацию в аналоговое напряжение, и тем самым задает скорость движения каретки. Когда действительная скорость сравнивается с заданной, цилиндры, пересекаемые в процессе движения, подсчитываются, и уменьшается содержимое регистра разницы. Когда до заданного цилиндра остается определенное число цилиндров, начинается торможение. После достижения в момент ТЗ нулевой скорости выжидается время, требуемое для успокоения головки. К моменту времени Т4 НМД оказывается готовым выполнять следующую команду.

Режим УПРАВЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЕМ. Сервосистема должна обеспечивать строго определенное положение головки по отношению к цилиндру данных. Это осуществляется с помощью следящей системы, использующей в качестве рассогласования сигнал положения, получаемый при обработке сервоинформации. Основным показателем качества НМД является точность слежения. У НМД емкостью 200М байт точность в 2 раза выше, чем у НМД на 100М байт из-за того, что расстояние между дорожками в 2 раза меньше. При операции **СМЕЩЕНИЕ** по команде из УМ задается пошаговое перемещение в одном или другом направлении от средней линии цилиндра, причем максимальное смещение для НМД на 100М байт составляет 40 мкм, а для НМД на 200М байт — 20 мкм.

В режиме **АВАРИЙНОГО ОТВОДА** головки быстро выдвигаются из пакета до заднего упора.

НМД на 100 и 200М байт оснащены прецизионной электромеханической системой управления, требующей частого выполнения профилактики и настройки, с помощью сервисной аппаратуры. Поэтому в микродиагностике УУ предусмотрены режимы для выполнения статической и динамической проверки сервосистемы НМД.

8.3.5. Система записи-воспроизведения

Схемы системы записи-воспроизведения НМД емкостью 100М байт могут быть разделены на четыре группы: канал **ЗАПИСЬ**, канал **ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ**, схемы дешифрования сигналов управления и неисправностей и схемы диагностики.

Структурная схема системы записи-воспроизведения изображена на рис. 8.7.

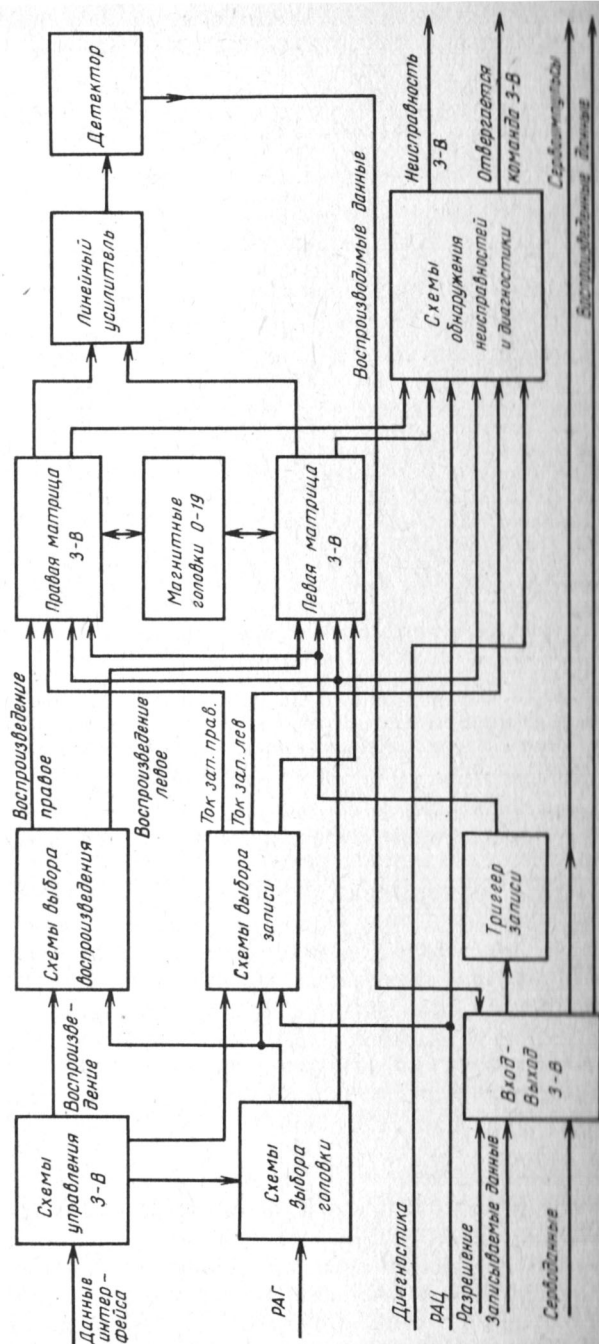


Рис. 8.7. Структура схемы системы магнито-воспроизведения

Схемы управления записью и воспроизведением при командах ЗАПИСЬ-ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ дешифруют сигналы, поступающие по шинам П и БУ, получая соответствующее разрешение на ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ, ЗАПИСЬ и ВЫБОР ГОЛОВКИ. При получении команды ЗАПИСЬ-ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ (З-В) схемы управления вырабатывают и выдают ответные сигналы на шины БО.

Схемы выбора головок определяют, какая из двух матриц должна работать. Это зависит от значения первого бита в регистре адреса головок.

Схемы выбора записи определяют одну из двух матриц записи, активизируемую одним из двух источников тока. Токи этих источников изменяются в зависимости от содержимого регистра адреса цилиндров.

Схемы выбора воспроизведения определяют, какой из двух каналов работает в режиме ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ. Это зависит от значения первого бита регистра адреса головок при команде СЧИТЫВАНИЕ.

Левая и правая матрицы выполняют одинаковые функции, поскольку обе заземляют средний вывод одной из 19 магнитных головок данных. Головка выбирается одной из десяти линий выбора головки. После этого выбирается режим ЗАПИСЬ или ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ. В режиме ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ выбранная головка подключается к предусилителю через диодную матрицу. В режиме ЗАПИСЬ записывающий ток последовательно подключается и протекает через одну и другую половины выбранной головки. Это переключение осуществляется триггером записи. Записывающий ток изменяется под воздействием всех синхронизирующих и информационных импульсов. Во время этих процессов по двум специальным линиям передаются состояния схем записи (АС ЗАПИСЬ) и выбора головок (ВЫБОР БОЛЕЕ ОДНОЙ ГОЛОВКИ). При возникновении неисправности в одной из двух схем возбуждается и подается соответствующий сигнал в схему обнаружения неисправностей и диагностики.

Линейный усилитель охвачен цепью автоматического регулирования усиления (АРУ). Выходное напряжение усилителя поддерживается постоянным независимо от изменения амплитуды входного сигнала. Действие АРУ в обычных условиях не оказывает влияния на изменение амплитуды сигналов различной информации. Исключение составляет работа в режиме диагностической проверки.

Детектор принимает сигнал от линейного усилителя и в зависимости от его формата определяет, записан ли бит информации. Отдельные биты для записи-воспроизведения подаются в схемы входа-выхода, которые выполняют три функции. При операциях ЗАПИСЬ они принимают от УМ данные для записи. При операции ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ передают по тем же кабельным соединениям воспроизведенные данные (продифференцированный сигнал

передается и принимается по двум коаксиальным кабелям). Еще одна функция заключается в передаче сервоимпульсов в УМ при выборе устройства.

Триггер записи управляется принятыми для записи данными, вырабатывая противофазный сигнал, направляемый к двум матрицам. В накопителе используется метод записи «без возвращения к нулю» (БВН).

Схемы обнаружения неисправностей и диагностики проверяют правильность выполнения операций ЗАПИСЬ-ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ, прослеживая 15 различных состояний. Диагностическая часть этих схем позволяет обслуживающему персоналу проверять работу устройства микродиагностической программой. При появлении сигнала НЕИСПРАВНОСТЬ 3-В прекращаются операции ЗАПИСЬ и ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ. Сигнал ОТВЕРЖЕНИЕ КОМАНДЫ ЗАПИСЬ-ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ устанавливается в состояние 1, когда УМ подает команду выполнения ЗАПИСИ при включении переключателем режима ТОЛЬКО ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ (для защиты записи данных).

Структурные схемы соответственно каналов ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ и ЗАПИСЬ показаны на рис. 8.8 и 8.9.

Канал воспроизведения (см. рис. 8.8) управляется сигналами, вырабатываемыми дешифратором управления выполнением функций ВЫБОР ГОЛОВКИ и ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ. Одна из 19 головок данных выбирается при совпадении на входах ее управляющей схемы И сигнала ВЫБОР ГОЛОВКИ и сигналов, определяемых содержимым регистра адреса головки (РАГ). Первый бит РАГ и дешифрованный сигнал воспроизведения выбирают соответственно предусилитель и матрицу. Магнитные головки в зависимости от расположения делятся на четные и нечетные. Все нечетные головки связаны с левой матрицей записи-воспроизведения, а все четные — с правой. После выбора головки воспроизводимый сигнал проходит через матрицу к предусилителю, коэффициент усиления которого по напряжению $K = 100$.

Содержимое первого бита регистра адреса головок определяет, какой из двух предусилителей будет связан с главным усилителем через усилитель выбора матрицы. От этой точки сигнал далее следует по двум цепям. Первая из них передает его через аттенуатор к главному усилителю, а вторая — через буферный усилитель к схеме настройки головки. Сигнал для настройки называют линейным.

Воспроизведенный сигнал проходит через аттенуатор — активный делитель, управляемый по напряжению и регулируемый по усилению таким образом, что на выходе получается сигнал с постоянной амплитудой. Главный усилитель усиливает сигнал по амплитуде до 4 В (между пиками максимума и минимума), дифференцируя на частоте 2F. Усиленный сигнал поступает на детектор и в управляющую цепь обратной связи АРУ, которая вырабатывает напряжение управления аттенуатором.

Схема разрешения вырабатывает стробирующий сигнал, открывающий вентиляющую схему пропуска только разрешенных данных. Данные отделяются посредством схемы И, на которой происходит совпадение продифференцированных импульсов и сигналов от схемы разрешения данных. Выход детектора данных управляет RS-триггером, который, в свою очередь, управляет одновибратором, вырабатывающим импульс по каждому фронту. Два выхода одновибратора соединены с одной схемой ИЛИ с дифференциальным выходом (ЭСЛ-схема).

Импульсы, формируемые детектором, подаются на вход передатчика воспроизводимых данных, также дифференциально передающего их в УМ.

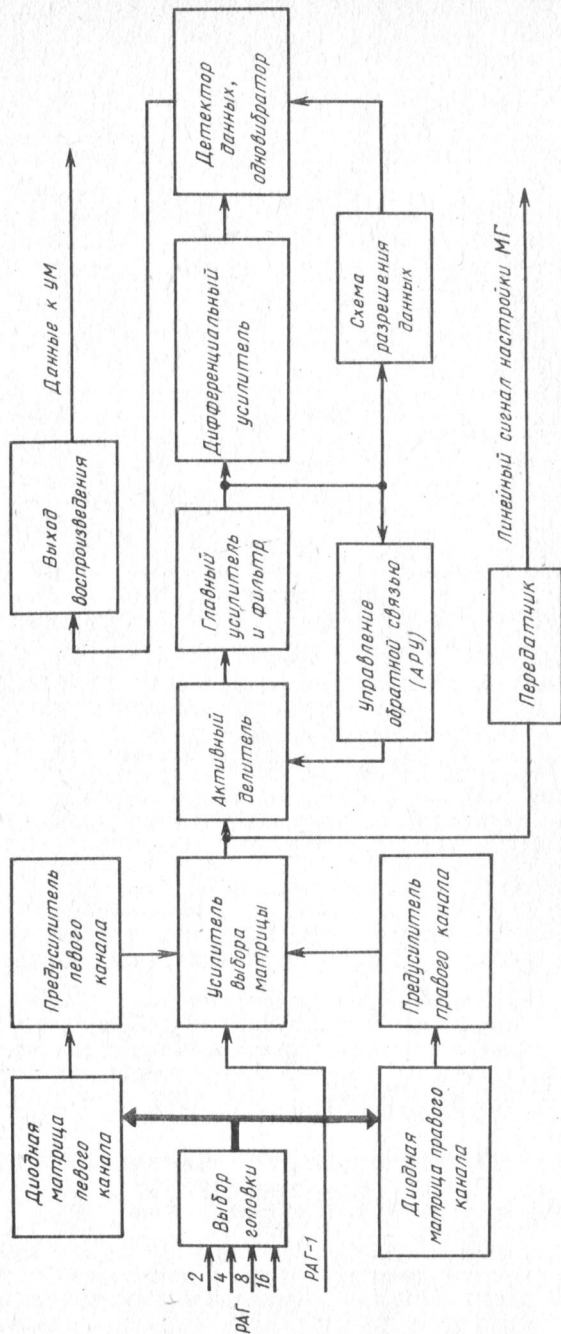


Рис. 8.8. Структурная схема канала воспроизведения

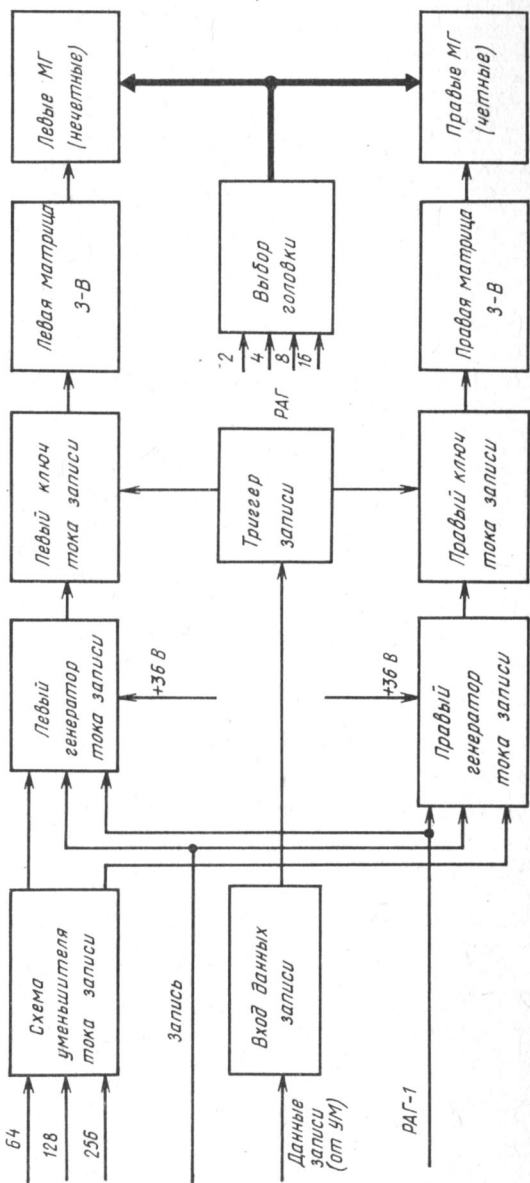


Рис. 8.9. Структурная схема канала записи

Канал записи (см. рис. 8.9) принимает только дешифрованные сигналы — команды от дешифраторов управления. Этот канал выполняет операции, связанные с выбором головок и осуществлением записи. Одна из 19 магнитных головок данных выбирается через схемы И по сигналу ВЫБОР ГОЛОВКИ и сигналам, определяемым содержимым РАГ. При операции ЗАПИСЬ по значению первого бита РАГ выбирается левый (нечетная головка) или правый (четная головка) источник тока. Ток от этого источника подается в правую или левую матрицу записи-воспроизведения.

В зависимости от того, на какой цилиндр будет производиться запись, уровень тока изменяется до одного из семи значений.

Данные для записи, поступающие от УМ, принимаются через схему входа-выхода записи-воспроизведения. Сигналом с ее выхода осуществляется управление триггером записи, который, в свою очередь, подает сигнал подключения левого или правого источника тока записи, т. е. соответствующего источника тока. Так под управлением триггера записи ток записи переключается на одну или другую половину магнитной головки.

Схемы неисправности записи-воспроизведения контролируют временные соотношения и поля сигналов для обеспечения достоверности данных. В УМ могут поступать сообщения о 14 возможных ситуациях возникновения неисправностей.

Схемы дешифраторов управления дешифруют входные сигналы, поступающие по магистральным шинам БУ и при наличии команды ЗАПИСЬ-ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ вырабатывают соответствующие разрешения на ЗАПИСЬ, ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ, ВЫБОР ГОЛОВКИ и ЗАПИСЬ АМ. Любая из операций запрещается сигналом НЕИСПРАВНОСТЬ 3-В. Если получено определенное состояние, вырабатывается сигнал ОТВЕРГНУТА КОМАНДА 3-В.

8.3.6. Контроль и диагностика схем

Схемный контроль НМД объединяет все схемы, участвующие в выработке сигнала НЕИСПРАВНОСТЬ (рис. 8.10). Сигнал НЕИСПРАВНОСТЬ формируется пятью составными сигналами. Кроме этого в НМД подается команда ПРОВЕРКА ЛОГИКИ, с помощью которой проверяется правильность выработки сигнала НЕИСПРАВНОСТЬ.

Целью схемного контроля является обеспечение сохранности записанной информации, предохранение дискового пакета и магнитных головок от механических повреждений, блокировка случайного отвода каретки при настройке головок с контрольным пакетом и осуществление контроля за правильной последовательностью выполнения операций в НМД.

Микродиагностические процедуры дисковой подсистемы

ДИАГНОСТИКА 1 — выбирает заданную головку, подает команду СЧИТЫВАНИЕ, дублирует переключатель ТОЛЬКО СЧИТЫВАНИЕ и предохраняет оператора от отвода каретки при настройке головок.

ДИАГНОСТИКА 2 — проверяет схемы формирования сигнала НЕИСПРАВНОСТЬ 3-В.

ДИАГНОСТИКА 3 — проверяет цепи, по которым передается состояние схем блокировки, переключателей и датчиков.

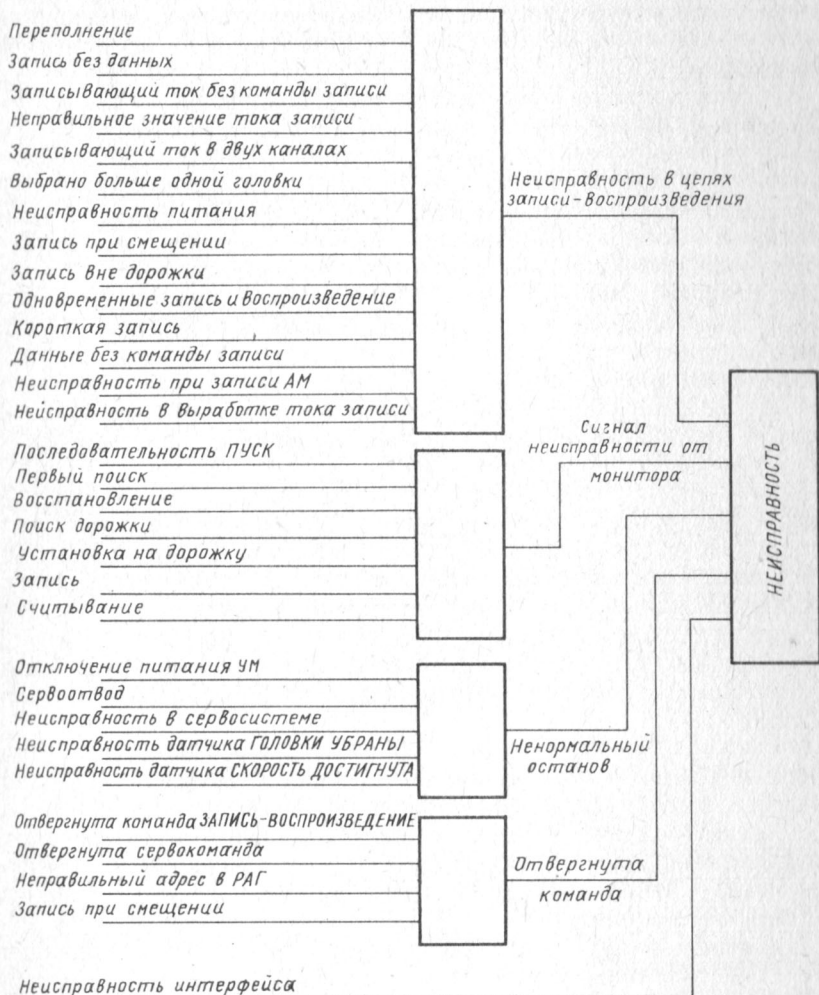


Рис. 8.10. Схемный контроль в НМД

ДИАГНОСТИКА 4 — осуществляет статическую проверку сервосистемы.
ДИАГНОСТИКА 5 — очищает цепи сигнала **НЕИСПРАВНОСТЬ** НМД.
ДИАГНОСТИКА 6 — проверяет схемы формирования сигнала **ОШИБКА ИНДЕКСА**.
ДИАГНОСТИКА 7 — создает общие условия для всех диагностических режимов.

8.3.7. Питание и управление шпиндельным двигателем

Подключение НМД на 100 и 200М байт к трехфазной сети питания производится с помощью автоматического силового переключателя и фильтра сетевых и коммутационных помех. Через

фильтр напряжение подается на блок управления шпиндельным двигателем, на блок питания постоянного тока и на вентиляторы охлаждения.

В блоке питания постоянного тока использованы феррорезонансный трансформатор и двухполупериодное выпрямление с мостовым выпрямителем на 50 В. Особенностью выпрямителя на 50 В является наличие сглаживающего RC-фильтра большой емкостью (132 000 мкФ). Накапливаемая в конденсаторной батарее фильтра энергия используется для аварийного отвода каретки с головками при неисправности НМД.

Стабилизированные напряжения ± 5 и ± 15 В защищены по максимальному току и по максимальному напряжению. Кроме этого, напряжения $+5$, $+15$ и -15 В имеет световую индикацию. Она включается, когда значение напряжения переходит допустимые верхние или нижние пределы. Напряжение $+50$ В также имеет индикатор, включающийся при снижении напряжения до $+40$ В.

При первоначальном включении на определенное короткое время (пока происходят переходные процессы) вырабатывается сигнал ОЧИСТКА ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ, исключающий возможность подачи ложных команд движения каретки с головками.

Для замыкания контактов контактора, подающего питающее напряжение к трехфазному электродвигателю шпинделя в НМД, и размыкания их при пропадании тока питания имеется блок из трех триодов. Торможение шпиндельного двигателя динамическое.

Сигнал СКОРОСТЬ ДОСТИГНУТА вырабатывается, когда интервал между двумя импульсами соответствующего датчика станет меньше определенного значения (соответствующего 80 % номинальной частоты вращения пакета дисков). Он разрешает раскручивание пакета, следующего в цепи электрически связанных НМД. Сигнал НУЛЕВАЯ СКОРОСТЬ разблокирует замки крышки пакета дисков.

Так как шпиндельный двигатель трехфазный, асинхронный, то в НМД имеется схема, контролирующая правильную последовательность фаз для обеспечения вращения дискового пакета против часовой стрелки (если смотреть сверху).

Шпиндельный двигатель имеет две защиты — от выпадения фазы (с помощью искусственной точки звезды в блоке питания) и от перегрева (с помощью позисторов).

8.3.8. Конструкция и механическая часть НМД

Конструктивной основой тумбы НМД является рама. Она представляет собой сварную объемно-пространственную конструкцию с тремя горизонтальными поясами, на которых смонтированы все механические, электромеханические и электронные блоки и узлы.

В нижнем поясе расположены *блоки питания* переменного и постоянного тока, управления двигателем привода шпинделя, усилитель мощности линейного двигателя и воздухопровод с вентиляторами для охлаждения этих блоков.

В среднем поясе расположен *блок двигателей* — важнейший электромеханический блок НМД. Он состоит из основной опорной плиты (корпуса), узла шпинделя, каретки с магнитными головками, движущейся по направляющим, стойки с гребенками для нагрузки головок, двух печатных плат записи-считывания, кожуха пакета дисков, крышки пакета дисков (с блокировками) и линейного двигателя. Корпус установлен на резиновых амортизаторах, которые помимо механических функций служат для электроизоляции его от рамы.

В верхнем поясе расположен так называемый *логический узел*, в который входят кассета с печатными платами, пульт управления с тремя переключателями и диагностическое индикаторное табло, а также пульт логического адреса. Логический узел можно отодвигать по рельсам направляющих, тем самым обеспечивая удобство доступа оператора к линейному двигателю и магнитным головкам (при настройке и профилактике).

Узел шпинделя вместе с системой позиционирования обеспечивает точное взаимное расположение магнитных головок и пакета дисков. Высокая плотность информации на дисках пакета (1190 бит/мм^2 для ЕС 5067.02 и 2380 бит/мм^2 для ЕС 5067) обуславливает очень высокие требования к точности изготовления, чтобы достичь требуемых показателей биения, прямолинейности, равномерности и т. д. (на уровне $\sim 1 \text{ мкм}$).

Для того чтобы в пакете дисков не происходило накопления электростатических зарядов, являющихся источниками помех и ошибок в данных, смонтирован специальный токоотвод. Для снижения вибраций вращение шпинделя от двигателя осуществляется через ременную передачу с регулируемым натяжением.

Система позиционирования обеспечивает точное вертикальное и горизонтальное положение магнитных головок во время операций ПОИСК, ЗАПИСЬ и СЧИТЫВАНИЕ. Приведение системы в движение осуществляется с помощью мощного линейного двигателя, от качества которого в значительной степени зависит время доступа. От степени достигаемой точности повторений взаимных положений головок и пакета для различных цилиндров зависит взаимозаменяемость (совместимость) пакетов дисков.

Следствием малых расстояний, на которых головки плавают над поверхностями дисков ($1,14 \text{ мкм}$ для ЕС 5067.02 и $0,8 \text{ мкм}$ для ЕС 5067) являются исключительно высокие требования к чистоте воздуха в рабочем пространстве пакета. Необходимо обеспечение класса 100. Это достигается применением двух фильтров очистки: грубой и абсолютно чистой. Для предотвращения проникновения неотфильтрованного воздуха через края крышки пакета дисков приняты специальные меры уплотнения.

Охлаждение мощных электронных блоков, кассет с печатными платами и линейного двигателя осуществляется принудительной циркуляцией воздушных потоков, создаваемых вентиляторами.

Расположение печатных плат с электронными элементами на удалении от мощных электрических блоков снижает уровень шумов в схемах НМД. Применяются печатные платы, имеющие от двух до восьми слоев.

8.3.9. Сервисная аппаратура

Существуют три тестера для контроля и настройки НМД ЕС 5067.02. Особенностью их является автономность, отсутствие влияния на остальную часть системы, удобство пользования обслуживающим персоналом и близкое сходство функционирования с работой в реальных условиях.

Сервисный тестер ИЗОТ А547Е предназначен для обслуживания и настройки систем позиционирования, записи и считывания. Он выполняет следующие операции: поиск по двум адресам, последовательный поиск назад, произвольный доступ, выбор головки, запись, считывание, ручной набор и подачу команд в НМД, световую индикацию состояния НМД.

При операции ЗАПИСЬ подправляется форматирование данной дорожки, а СЧИТЫВАНИЕ выполняется без контроля, так как считанные данные наблюдаются на осциллографе.

Сервисный тестер ИЗОТ А548Е предназначен для радиальной настройки магнитных головок с помощью контрольного пакета. В его самостоятельные функции входят: выбор головки, индикация наличия или отсутствия считанной информации при настройке, индикация величины и направления регулирования головок (стрелочный индикатор с нулем посередине).

Тестер работает не самостоятельно, а вместе с тестером ИЗОТ А547Е или ИЗОТ А549Е (может и с контроллером), задающими адреса цилиндра настройки (245 или 496) и операции СЧИТЫВАНИЕ.

Сервисный тестер ИЗОТ А549Е предназначен для проверки работоспособности НМД и настройки таходатчика и головок. Тестер выполняет семь микродиагностических программ: регистры, неисправности записи-считывания, последовательное позиционирование вперед и назад, настройка таходатчика, настройка головок, проверка головок на внешнем цилиндре, проверка головок на внутреннем цилиндре. После ввода микропрограммы и ее пуска проверка НМД производится автоматически.

Микропрограммы реализованы на стандартных программируемых элементах ППЗУ (74387) и при необходимости могут быть заменены другими без замены тестера.

Все три сервисных тестера не нуждаются в подсоединениях кабелями, так как подключаются к НМД специальными кабельными платами, для которых имеются свободные места в кассетах.

Конструктивно они оформлены в едином стиле и располагаются в чемоданчике типа «Дипломат».

Тестеры ИЗОТ А548Е и ИЗОТ А549Е используются и в НМД ЕС 5067. Вместо тестера ИЗОТ А547Е следует использовать тестер ТИДУ-8.

8.3.10. Запоминающее устройство на магнитных дисках ЕС 5067

Запоминающее устройство типа ЕС 5067 используется как внешнее запоминающее устройство на магнитных дисках с прямым доступом, с большой емкостью и высокими качественными характеристиками. Конструктивно устройство оформлено в виде одношпиндельного модуля, в котором используются сменные пакеты дисков типа ЕС 5267 или их эквивалент. Одношпиндельный модуль НМД имеет пульт оператора для управления и индикации, на котором отображается информация о состоянии устройства и неисправностях в нем.

Подключение устройства к ЭВМ осуществляется с помощью УУ ЕС 5567 и УМ ЕС 5667 аналогично НМД емкостью 100М байт — ЕС 5067.02.

Каждый модуль НМД обеспечивает доступ к любому из 815 цилиндров сменного пакета, выбор одной из 19 головок данных и обмен информацией через управляющий модуль.

Основные технические характеристики ЕС 5067

Емкость памяти — 200М байт (в 8-битных байтах)
Скорость передачи данных — 806 кбайт/с
Метод записи — МЧМ (модифицированная частотная модуляция)
Число цилиндров в пакете — 808 + 7 резервных
Число информационных поверхностей в пакете — 19
Число сервоповерхностей в пакете — 1
Магнитные головки — плавающего типа, ферритовые
Время позиционирования — 55 мс (максимальное)
30 мс (среднее)
10 мс (минимальное, между двумя соседними цилиндрами)
Время ожидания — 8,83 мс (среднее)
Время пуска-останов — не более 20 с
Сменный пакет дисков — ЕС 5267, IBM 3330-11 или им эквивалентный
Формат записи на пакете — в соответствии с ИСО 4337
Питание — от трехфазной сети 380/220 В (+10 %, —15 %) (50 ±1) Гц
Потребляемая мощность — 3 кВА
Рабочий диапазон температур от +5 до 40 °С
Относительная влажность воздуха при 30 °С — до 95 %
Размеры — ширина 620 мм, длина 1150 мм, высота 820 мм
Масса — 360 кг

ПОДСИСТЕМА НАКОПИТЕЛЕЙ НА МАГНИТНОЙ ЛЕНТЕ

Данная подсистема ЭВМ ЕС 1035 состоит из накопителей на магнитной ленте ЕС 5612 или ЕС 5003 и устройства управления ими ЕС 5525.05. В НМЛ подсистемы использованы методы записи без возвращения к нулю с реакцией на единицу (БВН-1) и фазового кодирования (ФК).

Подсистема НМЛ связывается с ЭВМ ЕС 1035 через селекторный или блок-мультиплексный канал. Устройство управления двухканальное. Переключение каналов производится программно. Связь УУ с каналом осуществляется через стандартный интерфейс ввода-вывода, принятый в ЕС ЭВМ.

Максимальная конфигурация подсистемы может состоять не более чем из одного УУ ЕС 5525.05 и восьми НМЛ. По желанию пользователя могут одновременно использоваться накопители двух указанных моделей в произвольном сочетании.

Запись на магнитной ленте производится в формате и при соблюдении временных соотношений, соответствующих действующим в ЕС ЭВМ стандартам записи по методам БВН-1 и ФК, а также аналогичным стандартам ИСО. Это позволяет любому НМЛ подсистемы правильно считывать информацию с магнитной ленты, записанной на другом НМЛ или другой подсистеме НМЛ, совместимой с ЕС ЭВМ.

Основные технические характеристики НМЛ

	ЕС5612	ЕС5003.03	ЕС5003.05
Скорость движения ленты, м/с	3	3	5
Продольная плотность записи, бит/мм:			
БВН-1	32	32	32
ФК	63	63	63
Скорость обмена данными, кбайт/с:			
БВН-1	96	96	160
ФК	186	186	315
Время перемотки ленты (при длине 742 м), с	120	60	45
Максимальный диаметр используемой катушки магнитной ленты, мм	267	267	267
Максимальная емкость НМЛ, бит	4×10^8	4×10^8	$6,5 \times 10^8$
Питание:			
напряжение, В	380/220	380/220	380/220
частота, Гц	50 ± 1	50 ± 1	50 ± 1
потребляемая мощность, кВА	2	3	3
Размеры, мм:			
ширина	700	800	800
длина	900	800	800
высота	1630	1750	1750
Масса, кг	295	450	450

Рис. 9.1. Структурная схема УУ ЕС 5525.05



Подключение к селекторному или блок-мультиплексному каналу. Возможно подключение к двум каналам одной ЭВМ или к каналам двух разных ЭВМ.

Возможность записи и считывания данных в НМЛ с интерфейсом устройств ЕС 5612 или ЕС 5003 в режиме БВН-1 и ФК.

Управление восемью НМЛ осуществляется с рабочей скоростью 2, 3 и 5 м/с в произвольном сочетании.

Максимальная скорость обмена данными с каналом 315 кбайт/с.

Обнаружение и коррекция ошибок в данных возможны только для возникающих на одной дорожке магнитной ленты.

Возможен автономный режим работы с автономной диагностикой УУ и НМЛ.

Потребляемая мощность 650 ВА от трехфазной сети 380/220 В, 50 Гц.

Подключение подсистемы НМЛ к системе ЕС 1035 показано на рис. 9.1.

Связь УУ с селекторным или блок-мультиплексным каналом ЭВМ производится через стандартный интерфейс ввода-вывода.

Связь УУ с НМЛ осуществляется через интерфейс УУ-НМЛ или так называемый *малый интерфейс*. Состав и назначение линий этого интерфейса рассмотрены в 9.2.

К одному УУ могут подключаться от одного до восьми НМЛ типов ЕС 5612, ЕС 5003.03 и ЕС 5003.05 в произвольном сочетании. Так как УУ имеет два канала, связанные с ним НМЛ могут быть доступны двум различным каналам ЕС 1035.

9.1. УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ ЕС 5525.05

Устройство управления служит для осуществления связи НМЛ с каналом, для управления НМЛ, для передачи данных от канала к НМЛ и от НМЛ к каналу с контролем и одновременной коррекцией этих данных, для выработки информации о текущем состоянии УУ и НМЛ и передачи этой информации в канал.

Программирование системы ввода-вывода осуществляется в командах ввода-вывода, получаемых каналом из ЦП, а также посредством команд, получаемых из канала в УУ, и операций, исполняемых НМЛ.

9.1.1. Байт состояния устройства управления

Каждая команда (операция) ввода-вывода начинается с начальной выборки канала. По ШИН-К канал посылает в УУ код команды, которую требуется выполнить, а УУ формирует и передает в канал один *байт состояния* (БС), называемый *начальным БС*. Этот байт определяет условия, в которых начинается выполнение команды. После приема каналом начального БС начинается основная часть команды ввода-вывода, называемая *операционным временем*, в ходе которой в УУ и НМЛ выполняются действия, предписанные командой. В конце операционного времени УУ формирует и передает в канал еще один байт состояния, называемый *конечным БС*. Он определяет условия, при которых завершается выполнение команды.

Бит 0 — не используется, равен 0.

Бит 1 — МОДИФИКАТОР. Этот признак используется только вместе со значением бита 3 БС (ЗАНЯТО), и если оба бита равны 1, то это значит, что УУ занято.

Бит 2 — УУ КОНЧИЛО. Этот признак устанавливается в состояние 1 в следующих случаях:

в конечном БС управляющей команды, если в этом БС в состоянии 1 находится бит СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ или ОСОБЫЙ СЛУЧАЙ;

после освобождения УУ, если за время, пока оно было занято, канал произвел попытку выборки УУ через начальную выборку. В этом случае БС передается только в канал, производивший попытку начальной выборки.

Бит 3 — ЗАНЯТО. Если он устанавливается в состояние 1 вместе с битом 1 (МОДИФИКАТОР), то это означает, что занято УУ, а если модификатор равен 0, то занят НМЛ.

Бит 4 — КАНАЛ КОНЧИЛ. Установка этого бита в состояние 1 означает, что предстоит разрыв логической связи между каналом и УУ. Для основных команд бит КАНАЛ КОНЧИЛ находится в конечном БС, а для управляющих команд — в начальном БС.

Бит 5 — ВУ КОНЧИЛО. Устанавливается в состояние 1 в следующих случаях:

завершение команды (для основных команд и команд типа холостой ход в конечном БС вместе с признаком КАНАЛ КОНЧИЛ, а для управляющих команд — в конечном БС без признака КАНАЛ КОНЧИЛ);

НМЛ начинает перемотку ленты к ее физическому началу (вместе с признаками СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ и УУ КОНЧИЛО);

НМЛ, выполняющий команду вместе с УУ, теряет готовность (например, при вмешательстве оператора, пропадания напряжения питания и др., при которых в состоянии 1 оказывается и бит СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ);

НМЛ переходит из состояния НЕ ГОТОВ в состояние ГОТОВ (например, вследствие вмешательства оператора, в результате чего бит СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ принимает состояние 0).

Бит 6 — СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ. Устанавливается в состояние 1 при обнаружении ошибки в УУ или НМЛ. Если такая ошибка имеется еще при пуске команды, то начальный БС содержит только признак СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ и команда не выполняется. Если ошибка обнаружена во время выполнения команды или по ее завершении, признак СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ добавляется в конечный БС команды.

Бит 7 — ОСОБЫЙ СЛУЧАЙ. Установка этого бита в состояние 1 служит признаком того, что УУ обнаружило особое состояние, например:

распознало маркер КОНЕЦ ЛЕНТЫ при команде, связанной с записью на ленту;

распознало блок — МАРКЕР ГРУППЫ ЗОН — при команде считывания с ленты, за исключением команды ПЕРЕХОД НА ГРУППУ ЗОН ВПЕРЕД или НАЗАД.

Признак ОСОБЫЙ СЛУЧАЙ заносится в конечный БС команды. Он не может появиться самостоятельно или добавиться к начальному БС какой-либо команды.

9.1.2. Команды, выполняемые устройством управления

Устройство управления ЕС 5525.05 выполняет 20 различных команд ввода-вывода, которые могут быть разбиты на три группы: основные команды, команды управления и команды типа ХОЛОСТОЙ ХОД.

Основные команды. По ним производится обмен данными между каналом и УУ через шины интерфейса — ШИН-К или

ШИН-А. Логическая связь между каналом и УУ осуществляется во время начальной выборки и сохраняется до формирования конечного БС команды, т. е. в течение всего времени выполнения команды.

Нормально начальный БС основной команды должен быть нулевым. Если обнаруживается ошибка в начале исполнения команды, то начальный БС содержит только признак СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ. Если требуемый НМЛ перематывает ленту, то начальный БС содержит только бит ЗАНЯТО в состоянии 1. Если УУ помнит БС требуемого НМЛ, то начальный БС содержит хранившийся в памяти БС с добавкой признака ЗАНЯТО.

Если начальный БС основной команды не нулевой, то основная команда не начинается. Логическая связь с каналом разрывается после начальной выборки.

Нормально конечный БС основной команды содержит признаки КАНАЛ КОНЧИЛ и ВУ КОНЧИЛО. К ним может быть добавлен признак СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ (если произошла ошибка) и (или) ОСОБЫЙ СЛУЧАЙ (если такой имел место).

ЗАПИСАТЬ (код команды 0000 0001)

Лента выбранного НМЛ передвигается в п е р е д, и полученные от канала данные з а п и с ы в а ю т с я на ленту. Формат данных на ленте образуется в УУ в соответствии со стандартами ИСО по методам записи БВН-1 и ФУ. Длина блока данных, записываемого с одной командой ЗАПИСАТЬ, определяется каналом.

УУ осуществляет к о н т р о л ь на нечетность всех байтов данных (полученных из канала) перед записью их на ленту, а также производит контрольное считывание данных, записываемых на ленту.

Операционное время команды ЗАПИСАТЬ завершается, когда записываемый блок данных полностью контрольно считан головкой воспроизведения НМЛ. Команда ЗАПИСАТЬ принимается из УУ к исполнению только в том случае, если требуемый НМЛ не защищен от записи. Если канал принимает нулевой начальный БС и не поступает ни один байт данных для записи на ленту, то выполнение команды прекращается, пуск ленты не происходит, и УУ формирует конечный БС единичными значениями бит: КАНАЛ КОНЧИЛ, ВУ КОНЧИЛО и СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ.

Если при пуске команды лента выбранного НМЛ находится в начале (маркер НАЧАЛО ЛЕНТЫ) и используется метод записи ФК, то перед началом записи на ленту (но после того, как канал передал хотя бы один байт данных для записи) УУ автоматически записывает идентификационную серию, соответствующую методу ФК.

Если во время выполнения команды обнаруживается маркер КОНЕЦ ЛЕНТЫ, то в конечном БС дополнительно устанавливается признак ОСОБЫЙ СЛУЧАЙ. Этот признак добавляется и в конечный БС каждой следующей команды ЗАПИСЬ, которая выполняется после маркера КОНЕЦ ЛЕНТЫ.

СЧИТАТЬ ВПЕРЕД (код команды 0000 0010)

Лента выбранного НМЛ движется вперед, передавая воспроизводимые данные в канал. Данные считываются до обнаружения межблокового расстояния. Они передаются в канал, пока он их принимает.

УУ осуществляет контроль нечетности каждого байта данных, считанного с ленты.

Если при команде СЧИТАТЬ ВПЕРЕД воспроизводится блок МАРКЕР ГРУППЫ ЗОН, то в конечный БС добавляется бит ОСОБЫЙ СЛУЧАЙ.

Если команда **СЧИТАТЬ ВПЕРЕД** стартует при начальном положении ленты, то УУ прочитывает идентификационную серию и автоматически настраивается на режим записи, в котором была записана данная лента. Маркер **КОНЕЦ ЛЕНТЫ** не оказывает влияния на команду.

СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ (код команды 0000 1100)

Команда аналогична команде **СЧИТАТЬ ВПЕРЕД**, за исключением того, что лента движется назад.

Если при выполнении команды обнаруживается маркер **НАЧАЛО ЛЕНТЫ**, то в конечный БС добавляется признак **СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ**. Если этот маркер встречается при пуске команды, то начальный БС содержит только признак **СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ**, и команда прекращается. Маркер **КОНЕЦ ЛЕНТЫ** не оказывает влияния на команду.

УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ (код команды 0000 0100)

При этой команде УУ передает в канал байты уточненного состояния (БУС).

В УУ формируются шесть БУС. Число БУС, принятых от канала, определяется каналом, и УУ не передает оставшиеся БУС, а формирует конечный БС команды.

Информация, содержащаяся в БУС, относится к ошибкам и особым условиям УУ и НМЛ, связанным с последней из выполнявшихся команд, и к подробной информации о состоянии УУ и НМЛ в текущий момент. Значения и условия установки отдельных бит БУС описаны в 9.1.3.

Начальный БС команды **УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ** всегда нулевой, если только НМЛ не находится в состоянии **НЕ ГОТОВ** или УУ помнит БС с признаком **СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ** предыдущей команды. В этом случае конечный БС команды содержит также признаки **КАНАЛ КОНЧИЛ**, **ВУ КОНЧИЛО** и **СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ**.

РЕЗЕРВИРОВАНИЕ (код команды 1111 0100)

УУ, принявшее эту команду, резервируется под канал, подавший ее, пока не получит от него команду **ОСВОБОЖДЕНИЕ** или не произойдет сброс системы. В состоянии **РЕЗЕРВИРОВАНИЕ** устройство логически доступно только каналу, выдавшему эту команду. Любая попытка другого канала выбрать зарезервированное УУ завершается отказом логической связи независимо от того, какой НМЛ адресуется. Операционное время команды **РЕЗЕРВИРОВАНИЕ** такое же, как и у команды **УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ**. В канал передаются шесть БУС.

РАЗЪЕДИНЕНИЕ (код команды 1101 0100)

УУ, принявшее команду **РАЗЪЕДИНЕНИЕ**, сбрасывает состояние **РЕЗЕРВИРОВАНИЕ** канала, подавшего команду. Операционное время команды **РАЗЪЕДИНЕНИЕ** такое же, как и у команды **УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ**. В канал передаются шесть БУС.

ВКЛЮЧИТЬ КОРРЕКЦИЮ (код команды 0001 1011)

Эта команда связана с коррекцией данных, считанных с ленты. Так как в режиме ФК коррекция данных выполняется автоматически, команда протекает аналогично команде **ХОЛОСТОЙ ХОД**.

Только в режиме записи БВН-1 команда **ВКЛЮЧИТЬ КОРРЕКЦИЮ** производится в полном ее смысле. В этом режиме она — основная команда. В операционное время команды УУ принимает от канала один байт данных, в котором закодирован номер дорожки, где имеются ошибки данных.

УУ запоминает байт номера дорожки с ошибками и формирует конечный БС команды. Коррекция данных на дорожке с ошибками выполняется при следующем считывании блока данных, содержащего ошибки. Если следующей командой не будет команда **СЧИТАТЬ ВПЕРЕД** или **В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ**, то байт номера дорожки с ошибкой пропадает.

При выполнении команды **ВКЛЮЧИТЬ КОРРЕКЦИЮ** лента выбранного НМЛ не движется, но необходимо, чтобы НМЛ был в состоянии **ГОТОВ**. В противном случае команда не выполняется, и начальный БС содержит бит **СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ**.

Команды управления. Эти команды осуществляют управление движением ленты для позиционирования или записи на ней *служебной информации*. Обмен данными между каналом и УУ при этих командах не производится. Сразу после начальной выборки логическая связь между каналом и УУ разрывается. УУ выполняет команду в НМЛ без участия канала. В конце операционного времени УУ формирует конечный БС команды и запрос на связь с каналом.

Нормальный начальный БС управляющей команды содержит бит КАНАЛ КОНЧИЛ. Если ошибка обнаруживается в начале исполнения команды, то начальный БС содержит только признак СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ. Если требуемый НМЛ производит перемотку, то начальный БС содержит только признак ЗАНЯТО. Если УУ помнит БС требуемого НМЛ, который получен в результате выполнения предшествующей команды, то начальный БС содержит хранящийся в памяти БС с добавкой признака ЗАНЯТО.

Если начальный БС управляющей команды содержит не только бит КАНАЛ КОНЧИЛ или если этот признак отсутствует, то команда не выполняется.

Нормальный конечный БС управляющей команды содержит признак ВУ КОНЧИЛО. К нему может быть добавлен признак СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ, если произошла ошибка и (или) ОСОБЫЙ СЛУЧАЙ (если такой имел место). Если конечный БС команды содержит признак СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ или ОСОБЫЙ СЛУЧАЙ, то к нему обязательно добавляется и признак УУ КОНЧИЛО.

В течение операционного времени команды управления канал свободен, а УУ и НМЛ заняты выполнением команды. Любая попытка канала произвести в это время выборку какого-либо НМЛ завершается последовательностью выборки занятого УУ. Если за то время, пока УУ было занято, канал произвел попытку выборки, то к конечному БС команды добавляется еще признак УУ КОНЧИЛО.

ЗАПИСАТЬ МАРКЕР ГРУППЫ ЗОН (код команды 0001 1111)

Лента выбранного НМЛ движется вперед, и УУ записывает на ней специальный блок служебной информации — МАРКЕР ГРУППЫ ЗОН. Операционное время команды ЗАПИСАТЬ МАРКЕР ГРУППЫ ЗОН завершается после контрольного считывания головкой воспроизведения НМЛ записанного МАРКЕРА ГРУППЫ ЗОН.

Команда ЗАПИСАТЬ МАРКЕР ГРУППЫ ЗОН принимается для выполнения в УУ только в том случае, если найденный НМЛ не защищен от записи. В противном случае начальный БС команды содержит в единичном состоянии бит СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ. Если при пуске команды лента выбранного НМЛ находится в начальном положении и используется метод записи ФК, то перед выполнением записи маркера УУ на ленту автоматически записывает идентификационную серию, соответствующую методу ФК.

Если при выполнении команды опознается маркер КОНЕЦ ЛЕНТЫ, то в конечный БС заносятся единицы в биты УУ КОНЧИЛО и ОСОБЫЙ СЛУЧАЙ. Эти признаки добавляются и в конечный БС каждой последующей команды ЗАПИСАТЬ МАРКЕР ГРУППЫ ЗОН, выполняющейся после маркера КОНЕЦ ЛЕНТЫ.

ШАГ НА ЗОНУ ВПЕРЕД (код команды 0011 0111)

Лента выбранного НМЛ продвигается вперед, с нее считывается один блок информации, и она останавливается на следующем межзонном промежутке. Считанные с ленты данные в канал не передаются.

УУ осуществляет контроль на четность каждого считанного с ленты байта. Если при выполнении команды считан блок данных, то конечный БС содержит бит ВУ КОНЧИЛО. Если прочитан блок МАРКЕР ГРУППЫ ЗОН, конечный БС содержит признаки ВУ КОНЧИЛО, УУ КОНЧИЛО и ОСОБЫЙ СЛУЧАЙ.

ШАГ НА ЗОНУ НАЗАД (код команды 0010 0111)

Лента выбранного НМЛ передвигается назад, с нее считывается один блок информации, и она останавливается в следующем межзонном промежутке. Считанные с ленты данные в канал не передаются. УУ осуществляет контроль на четность каждого считанного с ленты байта данных.

Если при выполнении команды считан блок данных, то конечный БС команды содержит признак ВУ КОНЧИЛО. Если считанный блок — МАРКЕР ГРУППЫ ЗОН, то конечный БС содержит признаки ВУ КОНЧИЛО, УУ КОНЧИЛО и ОСОБЫЙ СЛУЧАЙ.

Если при выполнении команды встречается маркер НАЧАЛО ЛЕНТЫ, то к конечному БС добавляются признаки СБОЙ В УСТРОЙСТВЕ и УУ КОНЧИЛО. Если этот маркер встречается при пуске команды, то начальный БС содержит только признак СБОЙ В УСТРОЙСТВЕ и команда прекращается.

ШАГ НА ГРУППУ ЗОН ВПЕРЕД (код команды 0011 1111)

Лента выбранного НМЛ перемещается вперед, и с нее считывается информация, пока не будет обнаружен МАРКЕР ГРУППЫ ЗОН. Лента останавливается в межзонном промежутке после маркера. Считанные с ленты данные в канал не передаются. Осуществляется контроль на четность каждого считанного байта данных.

Конечный БС нормально завершенной команды содержит признаки КАНАЛ КОНЧИЛ и ВУ КОНЧИЛО.

ШАГ НА ГРУППУ ЗОН НАЗАД (код команды 0010 0111)

Эта команда выполняется аналогично команде ШАГ НА ГРУППУ ЗОН ВПЕРЕД, с тем лишь различием, что лента продвигается назад. Если при выполнении команды обнаруживается маркер НАЧАЛО ЛЕНТЫ, то в конечный БС заносятся признаки СБОЙ В УСТРОЙСТВЕ и УУ КОНЧИЛО. Если этот маркер обнаруживается в начале исполнения команды, то начальный БС содержит только признак СБОЙ В УСТРОЙСТВЕ и выполнение команды прекращается.

СТЕРЕТЬ ПРОМЕЖУТОК (код команды 0001 0111)

Лента выбранного НМЛ продвигается вперед, и на протяжении приблизительно 10 см стирается вся имеющаяся на ней информация.

Команда СТЕРЕТЬ ПРОМЕЖУТОК принимается на выполнение из УУ только в том случае, если выбранный НМЛ не защищен от записи. В противном случае начальный БС команды содержит только признак СБОЙ В УСТРОЙСТВЕ. Если в начале выполнения команды лента выбранного НМЛ находится в начальном положении и используется метод записи ФК, то перед стиранием УУ автоматически записывает идентификационную серию, соответствующую методу ФК. Если при выполнении команды обнаруживается маркер КОНЕЦ ЛЕНТЫ, то в конечный БС заносятся признаки ОСОБЫЙ СЛУЧАЙ и УУ КОНЧИЛО. Единицы в эти биты заносятся и в конечные БС всех последующих команд СТЕРЕТЬ ПРОМЕЖУТОК, выполняемых после маркера КОНЕЦ ЛЕНТЫ.

ПЕРЕМОТАТЬ (код команды 0000 0111)

Выбранный НМЛ перематывает ленту назад до достижения маркера НАЧАЛО ЛЕНТЫ.

После того как начинается движение ленты назад, УУ освобождается для работы с другим НМЛ, так как перемотка продолжается в автономном режиме.

При достижении маркера **НАЧАЛО ЛЕНТЫ** лента останавливается и УУ сообщает каналу о завершении операции передачей ему конечного БС с признаком **ВУ КОНЧИЛО**. Завершение нормальной перемотки на уровне НМЛ и готовность к передаче в канал конечного БС команды не является для УУ причиной отказа от выполнения новой команды с другим НМЛ от того же или другого канала. Команда принимается из УУ для выполнения, даже если лента выбранного НМЛ находится в начальном положении. В этом случае обычно УУ не подает к НМЛ команду на перемотку.

ПЕРЕМОТАТЬ* И РАЗГРУЗИТЬ (код команды 0000 1111)

Выбранный НМЛ перематывает ленту назад до ее физического начала. После того как начинается движение ленты назад, УУ формирует БС с признаками **УУ КОНЧИЛО**, **ВУ КОНЧИЛО** и **СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ** и посылает запрос на выборку от канала. Пока канал не примет этого БС, УУ считается занятым, и любая попытка выборки другого НМЛ завершается последовательностью выборки занятого УУ. Сразу после того как канал примет БС с признаками **УУ КОНЧИЛО**, **ВУ КОНЧИЛО** и **СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ**, УУ освобождается для работы с другим НМЛ.

Для завершения команды **ПЕРЕМОТАТЬ И РАЗГРУЗИТЬ** на уровне НМЛ оператор должен вынуть из НМЛ кассету с лентой, поставить новую кассету и вручную установить НМЛ в состояние **ГОТОВ**. После этого УУ сообщает об этом каналу передачей конечного БС с признаком **ВУ КОНЧИЛО**.

Команды типа ХОЛОСТОЙ ХОД. Команды этой группы не осуществляют движения ленты и не передают данные между каналом и УУ или между УУ и НМЛ. Они используются для установки УУ или НМЛ в определенный режим работы. Команды не имеют операционного времени и конечного БС. Они завершаются передачей в канал начального БС, нормально содержащего признаки **КАНАЛ КОНЧИЛ** и **ВУ КОНЧИЛО**. Только команда **ПРОВЕРИТЬ ВВОД-ВЫВОД** заканчивается передачей конечного БС.

Если при пуске исполнения команды обнаруживается ошибка, то БС содержит только признак **СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ**. Если требуемый НМЛ производит перемотку, то БС содержит только признак **ЗАНЯТО**. Если УУ помнит БС требуемого НМЛ, являющийся результатом выполнения предыдущей команды, то используется хранившийся в памяти БС с добавлением признака **ЗАНЯТО**.

ХОЛОСТОЙ ХОД (код команды 0000 0011)

Команда не изменяет состояния и режимов работы УУ и НМЛ. Для нее характерно, что не происходит обнуления БУС, сформированных при выполнении предыдущей команды.

УСТАНОВИТЬ БВН-1 (код команды 1100 1011)

Команда предназначена для перевода УУ и НМЛ в режим записи по методу БВН-1. Смена режима записи может быть произведена только когда лента находится в начале. Если команда подается каналом, когда лента не находится в начальном положении, УУ только запоминает, что была подана эта команда, а работа с НМЛ продолжается без смены режима записи. Когда НМЛ устанавливается в состояние **НАЧАЛО ЛЕНТЫ**, УУ передает в него команду смены режима. Следующая команда записи будет производиться уже в измененном режиме. Если, однако, подается команда считывания, вновь установленный режим снимается, так как НМЛ автоматически настраивается на тот режим, который диктуется необходимостью считывания данных с ленты.

Команда предназначена для установки УУ и НМЛ в режим записи методом ФК. Выполняется аналогично команде УСТАНОВИТЬ БВН-1, с тем различием, что НМЛ автоматически устанавливается в режим ФК, когда лента достигнет начала.

ДИАГНОСТИКА (код команды 0000 1011)

Команда переводит УУ в диагностический режим, при котором любая команда записи модифицируется так, чтобы искусственно создавалась неправильная запись информации на ленте. При последующем считывании неверно записанной информации блок УУ должен обнаруживать ошибки.

Команда не используется в реальном режиме работы. Для избежания случайных ошибок программиста УУ не принимает эту программу к выполнению, если на инженерном пульте не включен ключ ДИАГНОСТИКА.

ПРОВЕРИТЬ ВВОД-ВЫВОД (код команды 0000 0000)

Команда нормально завершается нулевым БС. Если искомым НМЛ производится перемотка, то БС содержит только признак ЗАНЯТО. Если УУ помнит БС искомого НМЛ, являющийся результатом выполнения предыдущей команды, то в отличие от других команд типа ХОЛОСТОЙ ХОД БС представляет только хранящийся в памяти БС без добавки признака ЗАНЯТО.

9.1.3. Байты уточненного состояния

Устройство управления ЕС 5525.05 формирует шесть БУС (БУС0—БУС5), которые пересылаются в канал по командам: УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ, РЕЗЕРВИРОВАНИЕ и РАЗЪЕДИНЕНИЕ.

Значение отдельных битов БУС в ЕС 5525.05

БУС 0, бит 0 — КОМАНДА ОТВЕРГНУТА. Подана команда ЗАПИСАТЬ, ЗАПИСАТЬ МАРКЕР ГРУППЫ ЗОН или СТЕРЕТЬ ПРОМЕЖУТОК на МЛ, защищенную от записи; подана команда, не входящая в исполняемую УУ систему команд;

БУС 0, бит 1 — ТРЕБУЕТСЯ ВМЕШАТЕЛЬСТВО. Выбранный НМЛ находится в состоянии НЕ ГОТОВ или переходит в это состояние во время работы;

БУС 0, бит 2 — ОШИБКА ШИН-К. Ошибка в печатности байта, переданного из канала по ШИН-К;

БУС 0, бит 3 — СБОЙ В ОБОРУДОВАНИИ. Этот бит устанавливается в состояние 1 в соответствии со значением бита 1 БУС 4 (ОТКАЗ НМЛ);

БУС 0, бит 4 — СБОЙ В ДАННЫХ. Устанавливается в состояние 1 в соответствии со значением бита 0, 1, 2, 3, 4 или 7 БУС 3 или бита 3 БУС 4, а также, когда обнаружены данные в межзонном промежутке при командах СЧИТАТЬ ВПЕРЕД или СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ (ШУМ);

БУС 0, бит 5 — ПЕРЕПОЛНЕНИЕ. Этот признак устанавливается, когда при обмене данными с каналом нарушаются временные соотношения сигналов ИНФ-А и ИНФ-К;

БУС 0, бит 6 — НОЛЬ СЧЕТЧИКА СЛОВ. Признак устанавливается, когда при команде ЗАПИСЬ канал принял нормальный начальный БС, но не подал в УУ данные для записи на ленту;

БУС 0, бит 7 — не используется.

БУС 1, бит 0 — ПОМЕХА В ПРОМЕЖУТКЕ (ШУМ). Признак обнаружения данных в межзонном промежутке при командах СЧИТАТЬ ВПЕРЕД или СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ;

БУС 1, бит 1 — СОСТОЯНИЕ А НМЛ. Устанавливается в состояние 1, когда выбранный НМЛ находится в состоянии ГОТОВ или выполняет ПЕРЕМОТКУ, а также при этом установлен в состояние 1 и бит 2 БУС 1;

БУС 1, бит 2 — СОСТОЯНИЕ В НМЛ. Признак устанавливается, когда выбранный НМЛ находится в состоянии НЕ ГОТОВ или выполняет ПЕРЕМОТКУ;

БУС 1, бит 3 — не используется;

БУС 1, бит 4 — НАЧАЛО ЛЕНТЫ. Лента выбранного НМЛ находится на маркере НАЧАЛО ЛЕНТЫ;

БУС 1, бит 5 — СОСТОЯНИЕ ЗАПИСИ НМЛ. Выбранный НМЛ находится в состоянии ЗАПИСЬ;

БУС 1, бит 6 — ЗАЩИТА ЗАПИСИ. В выбранном НМЛ запись защищена;

БУС 1, бит 7 — НЕСОВМЕСТИМОСТЬ. В выбранном НМЛ нет аппаратуры для записи по данному методу.

БУС 2, биты 0—7 — ДОРОЖКА С ОШИБКОЙ. Код в этом байте в режиме БВН-1 указывает номер дорожки, содержащей ошибки. Если в байте установлены в состояние 1 биты 6 и 7, то это означает, что дорожек с ошибками две или более и ошибки не могут быть исправлены. В режиме ФК является, по сути дела, содержимым регистра МЕРТВАЯ ДОРОЖКА.

БУС 3, бит 0 — ОШИБКА НЕЧЕТНОСТИ. Указывает на ошибку нечетности в регистре ПЕРЕКОС при записи и считывании в режиме ФК, а также на ошибку в нечетности регистра ЕСС при считывании (в режиме БВН-1);

БУС 3, бит 1 — НЕСКОЛЬКО МЕРТВЫХ ДОРОЖЕК или ОШИБКА КГК. Устанавливается в режиме ФК, когда обнаруживаются «мертвые» дорожки (более одной), или в режиме БВН-1, когда есть ошибка в нечетности контрольного байта КГК — кода горизонтального контроля;

БУС 3, бит 2 — ОШИБКА ПЕРЕКОСА. Означает, что при выполнении команды ЗАПИСЬ обнаружена ошибка перекоса;

БУС 3, бит 3 — ОШИБКА В КОНЦЕ или ОШИБКА КЦК. Этот признак устанавливается, когда в режиме ФК не открыт конец блока данных, а обнаружен межзонный промежуток, а в случае режима БВН-1 есть ошибка в нечетности контрольного байта КЦК (код циклического контроля), указывающая на неправильную нечетность байта, полученного по правилам образования КЦК;

БУС 3, бит 4 — ОШИБКА АМПЛИТУДЫ или ОШИБКА В РЕГИСТРЕ ПЕРЕКОСА. Признак того, что в режиме ФК не отмечена смена перехода состояния магнитного носителя на какой-либо из девяти дорожек, а в режиме БВН-1 — указатель ошибки в нечетности регистра ПЕРЕКОСА;

БУС 3, бит 5 — РЕЖИМ ФК. Признак того, что выбранный НМЛ находится в режиме ФК;

БУС 3, бит 6 — СОСТОЯНИЕ ДВИЖЕНИЯ НАЗАД. Указывает на то, что выбранный НМЛ находится в состоянии НАЗАД;

БУС 3, бит 7 — СМЕНА КОНТРОЛЬНОГО РАЗРЯДА. Признак того, что произошло несовпадение контрольных битов в байтах данных, следующих к каналу и от канала при командах ЗАПИСАТЬ, СЧИТАТЬ ВПЕРЕД и СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ.

БУС 4, бит 0 — не используется;

БУС 4, бит 1 — НМЛ ОТВЕРГНУТ. Признак того, что в НМЛ не пускается лента, накопитель не устанавливается в заданное состояние СЧИТАТЬ или ЗАПИСАТЬ, или перейти в состояние ГОТОВ;

БУС 4, бит 2 — не используется;

БУС 4, бит 3 — ОШИБКА НЕЧЕТНОСТИ ТРИГГЕРОВ ЗАПИСИ (при ФК). Имеет место ошибка нечетности триггеров записи при выполнении команды ЗАПИСАТЬ;

БУС 4, биты 4 и 5 — не используются;

БУС 4, бит 6 — ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ РЕЖИМ. Этот признак указывает на то, что устройство управления находится в режиме ДИАГНОСТИКА;

Бус 4, бит 7 — не используется.

БУС 5 — не используется.

9.1.4. Структурная схема устройства управления

Устройство ЕС 5525.05 построено на интегральных схемах типа ТТЛ со средней степенью интеграции с использованием дискретных элементов. Управление устройством производится аппаратно.

Общая структурная схема УУ показана на рис. 9.1.

Блок связи с каналом осуществляет все функции по требованию стандартного интерфейса ввода-вывода ЕС ЭВМ.

Функции блока связи с каналом:

прием управляющих сигналов из канала (из канала А—УПР-К/А, или из канала В — УПР-К/В) и информации по ШИН-К (из канала А или В) и в зависимости от состояния УУ установление или отказ в логической связи с каналом;

формирование и посылка в канал по ШИН-К (в канал А: ШИН А/А, или в канал В: ШИН А/В) адреса УУ и НМЛ;

прием из канала байта команды по ШИН-К, запоминание его в регистре КОМАНД и дешифрование для выполнения в УУ;

формирование и посылка в канал по ШИН-А начального и конечного БС в зависимости от выполняемой команды;

формирование БУС в зависимости от сообщений схем контроля УУ и состояния выбранного НМЛ;

посылка в канал по ШИН-А сформированных БУС;

прием из канала данных для записи и передача управления блоку записи-считывания;

прием из блока записи-считывания воспроизведенных с ленты данных и передача их в канал.

Блок записи-считывания осуществляет все функции по пересылке данных через регистры УУ, по их контролю и исправлению, а также по образованию формата данных на магнитной ленте.

При исполнении команды записи данные передаются с ШИН-К через регистр ВХОДА-ВЫХОДА (где они контролируются на нечетность) в буфер ВХОДА-ВЫХОДА, предназначенный для согласования скорости получения данных от канала со скоростью их записи на ленту. Для режима БВН-1 после получения из канала последнего байта данных требуется сформировать два контрольных кода: КЦК и КГК. Из буфера ВХОДА-ВЫХОДА, через триггеры записи, где происходит контроль нечетности, данные попадают в НМЛ по шинам записи малого интерфейса (ШЗ). Несовпадение в схемах контроля нечетности на входе и выходе УУ (буферный регистр ВХОДА-ВЫХОДА и триггеры записи соответственно) приводит к установке в БУС 3 признака СМЕНА КОНТРОЛЬНОГО РАЗРЯДА (бит 7).

При выполнении команды считывания воспроизведенные с ленты данные попадают в УУ через малый интерфейс по шинам считывания (ШВ) в схему декодирования данных. Здесь служебные переходы в сигналах отделяются от информационных, и на выходе декодирующей схемы получают выделенные данные в чистом виде. В режиме ФК схема декодирования данных контролирует и наличие переходов на дорожках, из которых не имеющая

таковых объявляется «мертвой». Из схемы декодирования данных каждый байт попадает в регистр перекоса, где он собирается, и контролируются ошибки перекоса. Исправление данных (только в режиме ФК) производится в регистре ЕСС. Оттуда через буферный регистр считанные и исправленные данные посылаются в канал. Несовпадение в схемах контроля на нечетность на входе (регистр перекоса) и выходе УУ (регистр входа-выхода) приводит к установке признака СМЕНА КОНТРОЛЬНОГО РАЗРЯДА в БУС 3 (бит 7).

Коррекция данных в режиме БВН-1 производится в специально предназначенном для этого регистре.

После того как байт, считанный с ленты, «собиран» в регистр перекоса, он подается в канал, одновременно накапливаясь определенным образом в регистре КЦК ПРИ СЧИТЫВАНИИ. В конце блока данных содержимое этого регистра должно быть нулевым, если не обнаружена ошибка КЦК. При наличии ошибки содержимое этого регистра отлично от нуля. Любая ошибка, нарушающая нечетность байтов данных, также накапливается определенным образом в регистре МОДЕЛЬ ОШИБКИ. В конце блока данных начинаются процедуры сравнения ненулевого содержимого регистров КЦК ПРИ СЧИТЫВАНИИ и МОДЕЛЬ ОШИБКИ. Результат сравнения — число ошибочных дорожек — заносится в регистр номера дорожки с ошибками. Исправление данных происходит при следующей команде считывания (после того как номер дорожки с ошибками передан в канал при команде УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ и получен обратно в УУ при команде ВКЛЮЧИТЬ КОРРЕКЦИЮ) в регистре МЕРТВАЯ ДОРОЖКА.

Блок связи с НМЛ выполняет все функции в соответствии с требованиями интерфейса УУ-НМЛ:

выбирает НМЛ после получения указания об этом от блока связи с каналом и запоминает номер выбранного НМЛ в регистре узла СКАНЕР, следящем за состоянием НМЛ и положением ленты;

посылает в НМЛ все указания из УУ, необходимые для выполнения операций, по шинам малого интерфейса из УУ в НМЛ;

принимает из НМЛ все сигналы состояния и передает их по шинам малого интерфейса из НМЛ в УУ;

через регистр-счетчик СКАНЕР узнает о моменте завершения накопителем перемотки ленты и сообщает об этом блоку связи с каналом.

Блок инженерного пульта. Через него осуществляется управление всем УУ в автономном режиме. Этот блок представляет по существу имитатор канала. Благодаря этому возможна автономная диагностика схем блока связи с каналом и блока связи с НМЛ. Помимо этого, с инженерного пульта устройства может быть задано выполнение различных команд из набора команд УУ, и, таким образом, можно производить автономную диагностику блока записи-считывания и НМЛ.

В автономном режиме. Имитирует всевозможные управляющие сигналы и последовательности интерфейса ввода-вывода, за исключением сигналов БЛК-К, ЦЕПОЧКА КОМАНД и ВЫБОРКА ЗАНЯТОГО УУ.

Выполняет все команды из набора УУ по существу так же, как и в комплексном режиме.

Выбирает любой НМЛ от 0 до 7 и выполняет все операции с ним, как это делается в комплексном режиме.

Исполняет начальную выборку от канала и выбранные по запросу из УУ шаги.

Исполняет команду УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ пошагово с индикацией всех БУС.

Исполняет дополнительную диагностическую команду ТЕСТ ЗАПИСИ-СЧИТЫВАНИЯ, с помощью которой проверяется тракт записи и считывания без необходимости подключения НМЛ к УУ.

Обладает возможностью заикливания четырех произвольных команд из системы команд УУ, включая и команду ТЕСТ ЗАПИСИ-СЧИТЫВАНИЯ. Имеет возможность изменять длину блока данных, записываемых с пульта, как 8, 16, 256 и 512 байт, так и неограниченное их количество.

С него можно задавать четыре последовательных байта записи с различной и произвольной конфигурацией информационного состава.

Выполняет останов по ошибке и останов от инженерного пульта после выполнения каждой команды.

Выдает на индикацию основные сигналы ошибок, содержимое регистров УУ, сигналы интерфейса ввода-вывода и интерфейса УУ-НМЛ, состояния УУ и НМЛ.

Блокирует все передатчики и приемники каналов во время работы в автономном режиме.

Распространяет выборку от канала как сигнал на линии ВБР-А.

В комплексном режиме. Индицирует наиболее важные сигналы ошибок, содержимые регистров УУ, сигналы интерфейсов ввода-вывода и УУ-НМЛ, состояния УУ и НМЛ.

Блок тактов управления. Выполнен из нескольких различных кварцевых генераторов; вырабатывает все необходимые тактовые импульсы для работы УУ. Для связи с каналом и с НМЛ используются восемь управляющих тактов: Т0—Т7; для блока записи-считывания — 16: Тх1—Тх16. Инженерный пульт имеет самостоятельную последовательность тактовых импульсов — ТАКТ ИП.

На структурной схеме не показано питание УУ, состоящее из двух стандартных блоков 5 В/18 А и одного специального блока управления питанием.

9.2. ИНТЕРФЕЙС УУ-НМЛ

Интерфейс УУ-НМЛ (так называемый малый интерфейс) радиально-шинный. Линии связи от УУ к НМЛ (выходные шины) магистральные, а от НМЛ к УУ (входные) радиальные (рис. 9.2). Только единственная линия ВЫБОРКА из выходных шин является радиальной, т. е. имеется отдельная линия для каждого НМЛ.

К каждому последующему устройству в цепи накопителей выходные шины подходят от предыдущего НМЛ через параллельный интерфейсный соединитель. Магистраль кончается в последнем

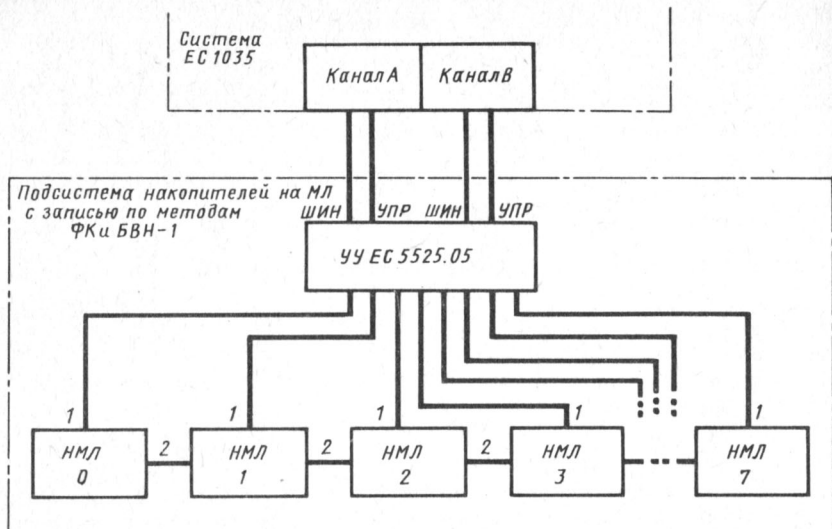


Рис. 9.2. Связь подсистемы накопителей на МЛ ЕС 5525.05 (ЕС 5612)

НМЛ. Адрес устройства определяется связью с одним из восьми соединителей входных шин УУ.

По всем интерфейсным линиям передаются логические сигналы, при этом активный логический уровень имеет *высокий* потенциал, а неактивный — *низкий*.

9.2.1. Состав интерфейсных линий

Интерфейс организован по принципу *индивидуальных шин*, т. е. по любой линии передается только один вид сигнала с единственным функциональным назначением (в отличие от организации по принципу мультиплексных шин, используемому в некоторых моделях НМЛ).

Интерфейс УУ—НМЛ имеет 18 выходных и 20 входных шин.

Выходные шины

ШИНЫ ЗАПИСИ (ШЗ-К, ШЗ-0, ..., ШЗ-7). Всего девять шин, по которым передаются данные на запись, а по шине К передается контрольный бит.

КОМАНДА ДВИЖЕНИЯ (ДВ). Установка этой шины в состояние 1 вызывает движение ленты НМЛ вперед либо назад.

УСТАНОВИТЬ НАЗАД (НЗД). Когда активна эта шина, в НМЛ устанавливается состояние движения НАЗАД и ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ.

УСТАНОВИТЬ ПЕРЕМОТКУ (ПРМ). Вызывает в НМЛ операцию ПЕРЕМОТКА и состояние движения НАЗАД; при этом лента перематывается с высокой скоростью до маркера НАЧАЛО ЛЕНТЫ.

УСТАНОВИТЬ ПЕРЕМОТКУ и РАЗГРУЗКУ (ПИР). Вызывает выполнение в НМЛ одноименной операции, заканчивающейся полной намоткой ленты на сменную кассету.

УСТАНОВИТЬ СОСТОЯНИЕ ЗАПИСИ (УСЗ). В НМЛ устанавливаются состояния ЗАПИСЬ и ВПЕРЕД.

УСТАНОВИТЬ СОСТОЯНИЕ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ (УСВ). В НМЛ устанавливаются состояния ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ и ВПЕРЕД.

ВКЛЮЧИТЬ СЧЕТЧИК ВРЕМЕНИ (ВСВ). Когда НМЛ находится в состоянии ГОТОВ, по этой команде из УУ включается счетчик времени.

УСТАНОВИТЬ БВН-1 (УБВН-1). В НМЛ устанавливается состояние режима БВН-1.

ВЫБОРКА (ВБР). По этому сигналу выбирается один НМЛ из восьми максимально возможных подключенных к УУ.

Входные шины

ШИНЫ СЧИТЫВАНИЯ (ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ) ДАННЫХ (ШВ-К, ШВ-0, ..., ШВ-7). По этим шинам воспроизведенные в НМЛ данные передаются в УУ. По ШВ-К передается контрольный бит для каждого считанного байта.

СОСТОЯНИЕ ДВИЖЕНИЯ (СДВ). УУ информируется о том, что двигатель привода разогнался и пройден межзонный промежуток.

СОСТОЯНИЕ ДВИЖЕНИЯ НАЗАД (СДВН). УУ информируется о том, что НМЛ находится в состоянии НАЗАД.

СОСТОЯНИЕ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ (СВ). УУ информируется о том, что НМЛ находится в состоянии ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ.

НАЧАЛО ЛЕНТЫ (НЛ). Сигнал на этой шине информирует УУ, что в НМЛ найден маркер НАЧАЛО ЛЕНТЫ.

НЕТ ЗАЩИТЫ ЗАПИСИ (НЗЗ). УУ информируется о том, что можно производить запись на ленту, установленную в НМЛ.

СОСТОЯНИЕ БВН-1 (СБВН-1). УУ информируется о том, что НМЛ находится в состоянии режима БВН-1 при записи или воспроизведении.

НЕ ГОТОВ (НГТ), ВЫБРАН И ГОТОВ 1 (ВГТ 1), ВЫБРАН И ГОТОВ 2 (ВГТ 2), ВЫБРАН И ГОТОВ 3 (ВГТ 3). Между этими четырьмя сигналами действуют следующие соотношения:

НГТ	ВГТ1	ВГТ2	ВГТ3	Состояние НМЛ
0	1	0	0	Модель со скоростью 2 м/с, НМЛ ВЫБРАН И ГОТОВ Модель со скоростью 3 м/с, выполняет все операции Модель со скоростью 5 м/с
0	0	1	0	
0	0	0	1	
1	1	0	0	НМЛ (соответственно со скоростью 2, 3 или 5 м/с) ВЫБРАН И ГОТОВ и выполняет операцию ПЕРЕМОТКА. После завершения этой операции он готов к работе с УУ
1	0	1	0	
1	0	0	1	
0	0	0	0	Нет ответа на сигнал ВЫБОРКА. НМЛ отсутствует, или у него отключено питание
1	0	0	0	НМЛ выполняет ПЕРЕМОТКУ и СБРОС и находится в состоянии неготовности к работе с УУ. Требуется вмешательство оператора.

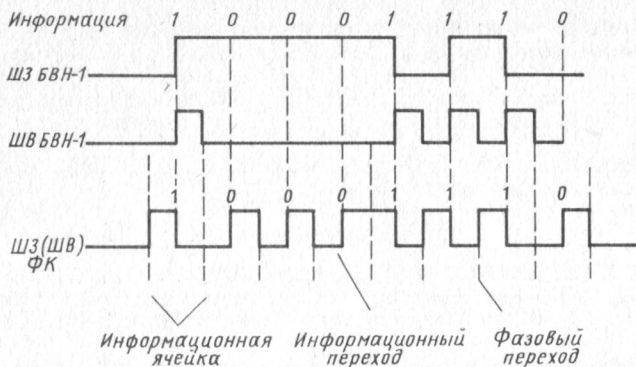


Рис. 9.3. Методы записи БВН-1 и ФК

9.2.2. Методы записи-считывания в НМЛ

Записываемые данные подаются из УУ в НМЛ по шинам записи, кодированные по методу БВН-1 или ФК (рис. 9.3).

При записи по методу БВН-1 любое изменение логического уровня на ШЗ несет информацию кода 1. Отсутствие изменения в течение определенного времени воспринимается как информация кода 0.

При методе записи ФК данные на любой из дорожек самосинхронизируются. В середине информационной ячейки, заключенной между двумя пунктирными линиями на рис. 9.3, на ШЗ всегда имеет место информационный переход (переключение уровней сигналов). При этом нарастающий фронт несет информацию кода 0, а спадающий — кода 1. На границе информационной ячейки может или происходить вспомогательный (фазовый) переход, или отсутствовать. При одинаковой информации в последовательно расположенных ячейках это переключение фазы есть, а при различной информации в них оно отсутствует.

При БВН-1 по шинам воспроизведения передается по одному импульсу для каждого считанного с ленты кода единицы. Считываемые с ленты нули передаются по ШВ потенциалами низкого уровня.

При ФК сигналы на шинах воспроизведения повторяют форму соответствующих сигналов записи на дорожке. Следует отметить, что при ФК считывание записи в обратном направлении предусматривает использование сигналов противоположной полярности на ШВ.

9.2.3. Формат данных при БВН-1 и ФК

Если в режиме БВН-1 частоты на ШЗ (ШВ) изменяются от 0 до $F_{\text{макс}}$ при записи-воспроизведении всех единиц данных на дорожках, то в режиме ФК существуют лишь две частоты представ-

9.1. Номинальный период данных записи

Режим	D , бит/мм	V , м/с	T , мкс
БВН-1	31,5	2	16
		3	10,7
		5	6,4
ФК	63,0	2	8,0
		3	5,3
		5	3,2

ления данных, соответствующие наличию или отсутствию фазового перехода.

В табл. 9.1 приведены значения продольной плотности записи при БВН-1 и ФК, а также номинальные периоды данных для записи при трех скоростях движения ленты. Вычисления производятся по формуле:

$$T = \frac{10^{-3}}{VD},$$

где T — период следования байтов данных, мкс; V — скорость движения ленты, м/с, а D — продольная плотность записи, бит/мм.

Форматы данных при различных методах записи показаны на рис. 9.4.

При БВН-1 байт циклического контроля КЦК записывается спустя четыре номинальных периода данных, а спустя еще $4T$ записывается на ленту байтов горизонтального (продольного) контроля (КГК). В режимах ФК и БВН-1 девятая дорожка записи ШЗ-К служит для вертикального (поперечного) контроля на нечетность информации на остальных восьми дорожках.

Контроль на нечетность выбирается для того, чтобы в режиме БВН-1 хотя бы на ШЗ-К передавалась одна единица (информация) в то время, как на остальных ШЗ информация нулевая.

Формат данных при записи в режиме ФК симметричен относительно воспроизведения данных в прямом и обратном направлениях. Блок данных в режиме ФК предваряется *преамбулой* (кодом начала блока — КНБ — *прим. перев.*), состоящей из 40 байт с нулями на всех дорожках (00_{16} и $K = 0$), предусматривающими неправильный контроль на нечетность, и одного байта с единицами на всех дорожках (FF_{16} и $K = 1$). Непосредственно за окончанием блока записывается *постамбула* (код конца блока — ККБ — *прим. перев.*), представляющая расположенный в обратном порядке КНБ.

Служебные данные (КНБ и ККБ) служат для синхронизации схем декодирования данных, считываемых и передаваемых в УУ, а также для распознавания начала и конца блока данных. Огра-

Блок данных (метод записи - БВН-1)
--

КНБ (40 строк с нулями и 1 строка с един. в ФК)	Блок данных (метод записи - ФК)	ККБ (одна строка с единицами и 40 строк с нулями в ФК)
---	---------------------------------	--

Рис. 9.4. Форматы данных на ленте при БВН-1 и ФК

формирования межзонного промежутка является установка в состояние 1 сигнала СДВ НМЛ.

Для опознавания используемого метода записи при ФК после маркера НАЧАЛО ЛЕНТЫ на контрольной дорожке записываются служебные данные (идентификатор).

9.2.4. Операции, выполняемые НМЛ при дистанционном управлении

Дистанционное управление НМЛ возможно при наличии сигналов, характеризующих готовность работы накопителя с УУ. Все команды каналов, интерпретируемые в УУ, выполняются НМЛ под дистанционным управлением как два типа операций, приводящих НМЛ в состояние ЗАПИСЬ или ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ.

В состоянии ЗАПИСЬ НМЛ приводится по команде УСЗ. Метод записи задается командой УБВН-1 (для одноименного метода). Если такая команда не подана, то на маркере НАЧАЛО ЛЕНТЫ устройство переходит в режим записи методом ФК. Установление режима записи в НМЛ имеет значение для формирования определенной величины записываемого тока в цепях записи устройства.

Все остальные команды, включая ПРМ и ПИР, приводят НМЛ в состояние ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ. При считывании метод определяется в зависимости от обнаружения идентификатора ФК на контрольной дорожке. При необнаружении идентификатора УУ переходит в режим приема записи, сделанной по методу БВН-1. При этом УУ выдает команду УБВН-1, настраивающую в НМЛ цепи на воспроизведение данных с ленты в режиме БВН-1.

В то время как запись в НМЛ может производиться только в одном направлении (вперед), воспроизведение данных возможно в двух направлениях движения ленты.

Команды ПРМ и ПИР отключают НМЛ от УУ и выполняются автономно. Операция ПЕРЕМОТКА оканчивается на маркере

ничений, накладываемых на длины блоков, не существует (для БВН-1 единственное ограничение заключается в том, что блок должен быть не менее 2 байт). Блоки данных разграничиваются между собой межзонными промежутками (на рис. 9.4 не показаны) с номинальной длиной 15,2 мм. Критерием

НАЧАЛО ЛЕНТЫ, после чего устройство вновь переходит на дистанционное управление. Операция **ПЕРЕМОТКА И РАЗГРУЗКА** заканчивается полным сматыванием ленты на сменяемую кассету, при этом НМЛ может быть переведен на дистанционное управление только после вмешательства оператора.

9.3. ОПЕРАЦИИ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НМЛ ПРИ МЕСТНОМ УПРАВЛЕНИИ

Устройство находится в местном управлении, когда оно не находится в состоянии механической готовности (снята лента, открыта дверца и др.) или не нажата кнопка **ГОТОВ** на командном пульте управления, переводящая НМЛ на дистанционное управление.

Функции НМЛ при местном управлении задаются с командного пульта.

9.3.1. Пульт управления НМЛ ЕС 5003.03

Нажатие кнопки **ЗАГРУЗКА** вызывает автоматическую загрузку ленты и установку маркера **НАЧАЛО ЛЕНТЫ**. При загруженной ленте нажатие этой кнопки вызывает перемотку ленты до маркера **НАЧАЛО ЛЕНТЫ**.

Нажатие кнопки **РАЗГРУЗКА** вызывает автоматическую разгрузку ленты с несменной кассеты. Если лента находится за маркером **НАЧАЛО ЛЕНТЫ**, то вначале производится перемотка до этого маркера.

Нажатие кнопки **МЕСТНОЕ** переводит НМЛ в местное управление с командного пульта.

Нажатие кнопки **ДИСТАНЦИОННОЕ** переводит НМЛ под управление УУ, если НМЛ находится в состоянии механической готовности. В этом случае загорается индикатор **ГОТОВ**.

Включение и выключение устройства производится соответственно кнопками **ВКЛЮЧЕНИЕ** и **ВЫКЛЮЧЕНИЕ**.

Командный пульт управления ЕС 5003.03 (05) содержит световые элементы индикации для некоторых из основных состояний накопителя. Индикатор **ВЫБРАН** загорается при поступлении одноименной команды (ВБР) из УУ в НМЛ. Индикатор **ЗАЩИТА ЗАПИСИ** загорается, если на сменной кассете с лентой нет кольца, разрешающего запись. **КОНЕЦ ЛЕНТЫ** загорается при обнаружении маркера **КОНЕЦ ЛЕНТЫ** при движении ленты вперед. **НЕИСПРАВНОСТЬ ПРИ ЗАГРУЗКЕ** загорается, если операция **ЗАГРУЗКА** прошла ненормально. Если и при повторной попытке загрузки констатируется неисправность, то загорается и индикатор **ОТКАЗ ПИТАНИЯ**. Этот индикатор горит и тогда, когда отсутствует какое-либо из питающих напряжений устройства.

9.3.2. Командный пульт управления НМЛ ЕС 5612

В нем имеются лишь частичные отличия от пульта управления НМЛ ЕС 5003.03, заключающиеся преимущественно в автоматике двух накопителей (в НМЛ ЕС 5612 не может производиться автоматическая загрузка ленты).

Кнопка ЗАГРУЗКА выполнена в виде клавиши как единое целое с индикатором, который горит, когда лента стоит на маркере НАЧАЛО ЛЕНТЫ. То же относится и к кнопке ГОТОВ, лампочка в которой загорается, когда НМЛ находится в режиме дистанционного управления. Вместо отсутствующих индикаторов ОТКАЗ ПИТАНИЯ, НЕИСПРАВНОСТИ ПРИ ЗАГРУЗКЕ и КОНЕЦ ЛЕНТЫ введен световой индикатор одного из наиболее важных состояний НМЛ — состояния ЗАПИСЬ.

9.4. УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ И НАСТРОЙКИ НМЛ

Контроль и настройка НМЛ ЕС 1035 производится тестерами, условно разделяемыми на *технологические* и *сервисные*.

Технологические тестеры располагают расширенными функциональными возможностями, преимущественно в обработке данных при записи-считывании, и используются для работы в заводских условиях. Для заключительных испытаний ЕС 5003.03 (05) и ЕС 5612 в заводских условиях разработана система заключительных испытаний с технологическими контроллерами (ЕС 5525.05Т) и специальным программным обеспечением.

Сервисные тестеры анализа НМЛ встроены в само устройство по модульному принципу. Тестер представляет одну плату (в ЕС 5612) или модуль с инженерным пультом [в ЕС 5003.03.(05)], которые подключаются к устройству без необходимости разъединения интерфейсных кабелей связи с УУ.

Возможности управления НМЛ с помощью сервисного тестера

Задание непрерывного движения вперед или назад.

Задание пошагового движения (с регулируемым периодом) в двух направлениях.

Задание альтернативного движения.

Задание режима ЗАПИСЬ или ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ в двух направлениях.

Установка режима БВН-1.

Задание режима СТИРАНИЕ с остановкой на маркере КОНЕЦ ЛЕНТЫ.

Данные для записи, задаваемые тестером, не форматированы и одинаковы для всех дорожек; вырабатываются они настраиваемым автогенератором. Данные при воспроизведении в тестере не контролируются.

Сервисные тестеры для ЕС 5003.03 (05) и ЕС 5612 — средства определения общей функциональной пригодности устройства, упрощающие пользователю техническое обслуживание НМЛ.

Одной из современных тенденций в развитии вычислительной техники является включение в состав ЭВМ дополнительных вычислительных мощностей, выделенных в отдельные устройства, которые работают параллельно с ЦП. Они могут выполнять определенные вычислительные функции, специфичные для конкретного типа обработки, причем благодаря *специализированной* организации и структуре они выполняют эти функции во много раз быстрее, чем ЦП. Использование возможностей реализации принципов параллелизма и организации высокоскоростной специализированной обработки приводит к существенному повышению общей производительности вычислительной системы при решении определенных классов задач, в которых преобладает такая специализированная обработка.

Такие устройства носят наименование *специализированных процессоров*. Их конкретное назначение определяется наиболее характерным видом выполняемой ими обработки. В настоящее время во всем мире ведется интенсивная работа по созданию рядов специализированных процессоров — для матричных вычислений, для символьной (нечисловой) обработки, для интерпретации языков высокого уровня и др. Ожидается, что в дальнейшем на основе накопленного опыта число специализированных процессоров еще больше расширится, что позволит создавать вычислительные средства, более полно соответствующие проблемно-ориентированным потребностям отдельных пользователей.

В настоящее время наибольшее развитие и эффективное использование получили специализированные процессоры для матричных вычислений, или так называемые *матричные процессоры* (МП), предназначенные для высокоскоростной обработки больших массивов данных. Существует ряд разновидностей этих процессоров, различающихся по принципу подключения к ЦП, по организации вычислений, по числу и типу выполняемых операций. Преимущества и недостатки отдельных вариантов все еще исследуются, поскольку опыт практического использования МП пока еще недостаточен.

Эта глава посвящена разработанному в НРБ и включенному в состав ЭВМ ЕС 1035 матричному процессору ЕС 2335.

10.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Матричный процессор ЕС 2335 предназначен для высокоскоростной цифровой обработки больших массивов данных, представленных в виде матриц или векторов. Обработка этого типа используется преимущественно в таких областях, как сейсмические исследования, турбулентные движения, усиление и обработка изображений, космические исследования, ядерная физика, матричная арифметика, математическая статистика, численное решение дифференциальных уравнений, цифровая обработка сигналов и др. В указанных областях применение машинной обработки с использованием МП ЕС 2335 может обеспечить возрастание производительности вычислительной системы на 1—2 порядка.

Матричный процессор ЕС 2335 — модель *зависимый*, т. е. он может подключаться только к ЭВМ ЕС 1035. Это осуществляется посредством интегрированного канального адаптера (ИКА), заменяющего четвертый селекторный канал процессора ЕС 2635. Матричный процессор состоит из двух микропрограммно управляемых подпроцессоров — *подпроцессора связи и выборки операнда* (ПСВО) и *арифметического подпроцессора* (ПА). Высокая производительность МП достигается в значительной степени благодаря параллельной работе двух подпроцессоров: арифметическая обработка данных производится одновременно с арифметической обработкой адресов и извлечением операндов из ОП.

В арифметическом подпроцессоре операции выполняются только над числами, представленными в форме с плавающей запятой. Но поскольку в МП включен блок преобразования формата (ПФ), данные в ОП могут быть представлены как с плавающей, так и с фиксированной запятой (в дополнительном или прямом коде).

Операции обработки массивов задаются центральным процессором посредством *управляющих слов канала* — CСW и интерпретируются микропрограммами двух подпроцессоров.

Арифметический подпроцессор выполняет только операции умножения и суммирования, сводя все остальные операции к этим двум. Используется конвейерная организация, при которой в данный момент на различных этапах обработки могут находиться до четырех наборов операндов. Благодаря непрерывному заполнению конвейера в каждом такте (через 200 нс) на выходе ПА получают результаты.

10.2. ОРГАНИЗАЦИЯ МАТРИЧНОГО ПРОЦЕССОРА

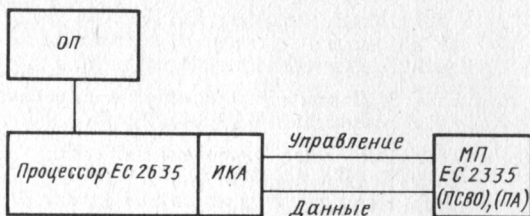
10.2.1. Подключение матричного процессора к ЦП ЕС 2635

С архитектурной точки зрения МП ЕС 2335 подключается к системе как обобщенное УВВ — канал, УУ, УВВ (рис. 10.1). Центральный процессор управляет МП с помощью четырех команд ввода-вывода: НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД, ПРОВЕРИТЬ ВВОД-

**ВЫВОД, ОСТАНО-
ВИТЬ ВВОД-ВЫВОД
и ПРОВЕРИТЬ КА-
НАЛ.** Все операции в
МП начинаются с вы-
борки в ЦП команды
НАЧАТЬ ВВОД-ВЫ-
ВОД и установки при-
знака результата рав-
ным 0 (при отсутствии
ошибок). С этого мо-
мента работа МП протекает без участия ЦП, который продол-
жает процесс вычислений. МП выбирает из ОП входные данные,
выполняет заданную операцию (или операции при цепочке ко-
манд) и записывает полученные результаты в ОП. Единственное
ожидание между МП и ЦП происходит в те моменты, когда
матричный процессор занимает циклы ОП.

После завершения операции МП выдает запрос на прерывание,
при удовлетворении которого записывается *слово состояния ка-*
нала ССВ в ОП.

Рис. 10.1. Подключение МП к ЕС 2635



10.2.2. Общая структура

Матричный процессор состоит из трех основных частей —
подпроцессора связи и выборки операндов (ПСВО), арифметического
подпроцессора (ПА) и устройства управления (УУ) (рис. 10.2).

Первый подпроцессор получает управляющую информацию от
ЦП и производит индексацию, выборку и запись операндов и ре-
зультатов в ОП в соответствии с выполняемой операцией. Вто-
рой подпроцессор осуществляет временное хранение (буфериза-
цию) данных и их обработку (умножение и сложение) в форме
с плавающей запятой. Работой ПСВО и ПА управляет УУ, со-
стоящее из двух независимых, взаимно синхронизированных ми-
кропрограмм, хранящихся в ПЗУ.

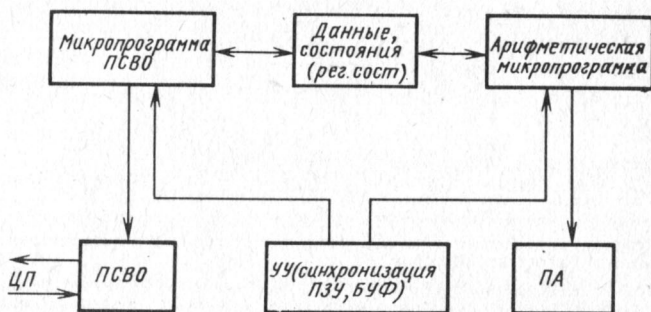


Рис. 10.2. Функциональные блоки МП ЕС 2335

10.2.3. Структура информации и форматы данных

Управляющая информация МП имеет формат двойного слова, а данные — формат полуслова (для представления в форме с фиксированной запятой) или слова (для представления в форме с плавающей запятой). Формат управляющей информации фиксирован, в то время как формат данных для каждой операции определяется управляющей информацией.

Информация располагается в ОП согласно требованиям выравнивания по целочисленным границам соответствующих информационных слов (см. гл. 2).

В ЕС 2335 используются три формата данных: с фиксированной запятой в дополнительном и прямом коде (рис. 10.3, а) и с плавающей запятой в коротком формате (рис. 10.3, б).

Формат для чисел с фиксированной запятой в дополнительном коде. Этот формат данных соответствует принятому в ЕС ЭВМ короткому формату длиной в полуслово. Числа рассматриваются, как целые со знаком и представляются в дополнительном коде. При этом положительные числа передаются в своей непосредственной двоичной записи со знаковым разрядом (крайний слева, самый старший), равным нулю. Отрицательные же числа записываются через их дополнения со знаковым разрядом, равным 1. Для этого формата диапазон представления чисел находится в пределах: от -2^{15} до $(2^{15} - 1)$. При этом следует иметь в виду, что дополнение максимального (по абсолютному значению) отрицательного числа не может быть представлено и попытка его вычисления в МП приводит к регистрации переполнения фиксированной запятой.

Формат для чисел с фиксированной запятой в прямом коде. Числа рассматриваются как целые со знаком и представляются в прямом коде, т. е. числовая часть всегда следует непосредственно в двоичной записи числа, при этом положительные

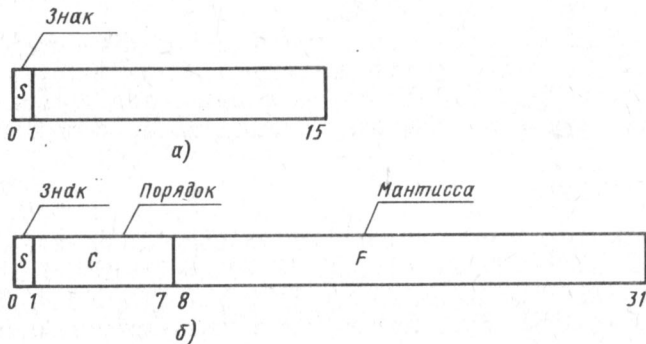


Рис. 10.3. Форматы данных МП:

а — для чисел с фиксированной запятой; б — для чисел с плавающей запятой

числа имеют в знаковом разряде 0, а отрицательные — 1. Нуль представляется полусловом, в котором все разряды равны нулю. При получении в МП отрицательного нуля (знаковый разряд равен 1) он автоматически преобразуется в положительный. Диапазон представления чисел: от $-(2^{15} - 1)$ до $(2^{15} - 1)$.

Числа с плавающей запятой. Для их представления используется короткий формат ЕС длиной в одно слово. При этом числа представляются в их естественной записи, т. е. мантиссой со знаком и порядком со знаком. Мантисса — шестнадцатеричное число в прямом коде (шесть цифр); запятая в мантиссе расположена перед старшим разрядом. Порядок представляется в двоичном коде с избытком 64, и поэтому охватываемый диапазон порядков от -64 до 63 трансформируется в область значений от 0 до 127. Число с нулевой мантиссой, нулевым порядком и положительным знаком называется истинным нулем. Диапазон абсолютных значений (M) чисел, представляемых нормализованными в рассматриваемом формате, находится в пределах: $16^{-65} \leq M \leq (1 - 16^{-6}) 16^{63}$ или $5,4 \cdot 10^{-79} \leq M \leq 7,2 \cdot 10^{75}$ в десятичной системе счисления. Для получения максимальной точности вычислений в МП вводимые числа должны представляться в нормализованном виде.

10.2.4. Адресация и приоритет

Матричный процессор ЕС 2335 и ИКА адресуются центральным процессором ЭВМ как канал с адресом 4. Адрес устройства может быть произвольным — МП реагирует на все 256 возможных адресов. Выполнение операций обычно зависит от значения последнего (самого младшего) бита в адресе устройства. Если адрес четный (младший бит равен 0), то выполнение операций протекает обычным порядком. Когда же адрес нечетный (младший бит равен 1), в МП устанавливается специальный диагностический режим работы с использованием диагностических процедур.

При выполнении прерывания по запросу от МП в старое PSW (в биты 24—31) записывается адрес устройства X«00».

Для обращения к ОП МП присвоен приоритет, который ниже приоритетов остальных каналов, но выше приоритета ЦП.

10.2.5. Команды

Матричный процессор выполняет стандартные команды ввода-вывода: НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД, ПРОВЕРИТЬ ВВОД-ВЫВОД, ОСТАНОВИТЬ ВВОД-ВЫВОД и ПРОВЕРИТЬ КАНАЛ (SIO, TIO, NIO и TCH). Все положения по установлению признаков результатов при выполнении этих команд каналами относятся и к МП. Все операции в МП начинаются с команды НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД.

10.2.6. Управляющие слова

Работа МП управляется четырьмя типами управляющих слов: *адресным словом канала (CAW)*, *управляющим словом канала (CCW)*, *управляющим словом операнда (OCW)* и *словом состоянием канала (CSW)*.

Адресное слово канала (CAW). Использование, формат и назначение отдельных полей CAW (рис. 10.4) полностью совпадают с принятыми в ЕС ЭВМ принципами работы.

Управляющее слово канала (CCW). Использование, формат и назначение отдельных полей CCW (рис. 10.5) основываются на принципах работы ввода-вывода ЕС ЭВМ. Однако существует ряд особенностей в использовании отдельных разрядов. К ним относятся следующие особенности. Во флажковом поле разряды ЦЕ

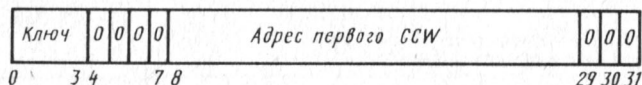


Рис. 10.4. Формат CAW

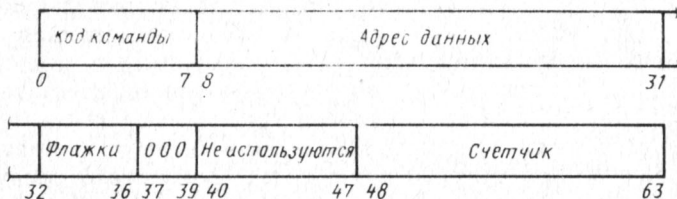


Рис. 10.5. Формат CCW

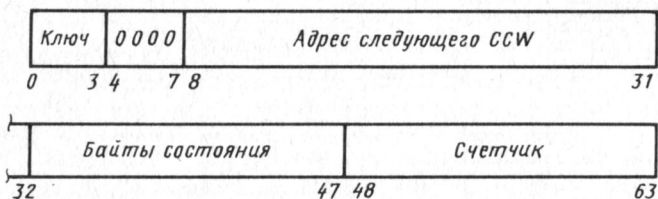


Рис. 10.6. Формат CSW

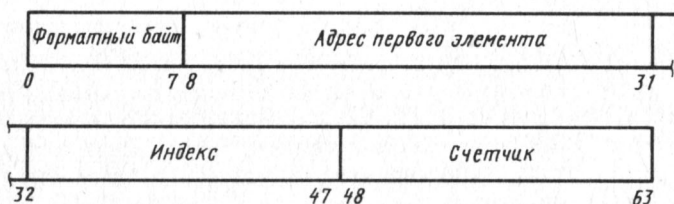


Рис. 10.7. Формат OCW

10.1. Форматный байт ОСW МП

Бит	Функция	Величина		Использование		
		0	1	ОСWХ	ОСWУ	ОСWУ
0	Формат	Плавающая запятая	Фиксированная запятая	Да	Да	Да
1	Код при фиксированной запятой	Прямой	Дополнительный	Да	Да	Да
2	Величина	Алгебраическая	Абсолютная	Да	Да	Да *
3	Знак	Сложение (+)	Вычитание (—)	Да	Да	Да *
4	Накопление **	Нет	Да	Нет	Нет	Да
5—7	Не используются					

* Используются только при 1 в бите 4.

** Смысл бита 4 разъясняется в 10.3.2.

ПОЧКА ДАННЫХ, ПОДАВЛЕНИЕ ИНДИКАЦИИ НЕПРАВИЛЬНОЙ ДЛИНЫ (исключение составляет команда **УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ**) и **БЛОКИРОВКА ЗАПИСИ** не используются и должны быть равны нулю. Область ОП, определенная **ССW**, задает местоположение и число **ОСW**, используемых в данной операции. Если в счетчике **ССW** содержится число 16, то в операции участвуют два **ОСW**, а если 24 — то три.

Слово состояния канала (CSW). Назначение и формат **CSW** (рис. 10.6) в МП остаются неизменными. Существуют следующие особенности в байтах состояния канала и устройства. Разряды 32—35, 39 и 46—47 не используются и всегда равны нулю. Содержимое разрядов 36 и 37 (**КОНЕЦ РАБОТЫ КАНАЛА** и **КОНЕЦ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА**) всегда вырабатывается и передается одновременно. Значения остальных разрядов устанавливаются при возникновении в МП соответствующих условий.

Управляющее слово операнда (ОСW). Все вычисления в МП сводятся к умножению и суммированию по формуле $XU \pm Y$, и любая группа операндов **X**, **U** и **Y** задается посредством своего **ОСW** (**ОСWХ**, **ОСWУ** и **ОСWУ**). Каждое **ОСW** хранит управляющую информацию о расположении операндов в ОП, об их формате и числе. Формат **ОСW** показан на рис. 10.7.

Биты 0—7 (форматный байт). Определяют форму операндов данного **ОСW**. Каждый бит имеет самостоятельное значение, показанное в табл. 10.1.

Биты 8—31. Указывают адрес первого элемента массива.

Биты 32—47 (индекс). Индекс указывает число байтов, которые требуется прибавить к текущему адресу данных для того, чтобы получить адрес следующего операнда (элемента массива). Индекс рассматривается, как число с фиксированной запятой в дополнительном коде (со знаком), что позволяет осуществлять как положительную, так и отрицательную индексацию.

Биты 48—63. Определяют число операндов (элементов массива), участвующих в данной операции. Максимальное число операндов составляет 65 535.

10.3. КОМАНДЫ МАТРИЧНОГО ПРОЦЕССОРА

Команды МП задаются полем «код команды» в ССW. Все команды МП, их двоичные и шестнадцатеричные величины в поле кода команды и их мнемонические обозначения приведены в табл. 10.2.

10.3.1. Общие команды

При команде УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ МП передает два байта уточненного состояния, значения отдельных разрядов которых приведены в табл. 10.3.

Команды ПЕРЕХОД В КАНАЛЕ и НЕТ ОПЕРАЦИИ имеют тот же смысл, что и во всех УВВ.

10.3.2. Команды управления

Команды управления делятся на три группы — *команды управления чтением данных, команды управления микродиагностикой и команды управления МП.*

Имеются две команды чтения — BRD и HVP (см. табл. 10.2). Команда BRD используется для переноса в ОП содержимых буферов X и Y, каждый из которых содержит по 32 слова. Поле «счетчик» в ССW определяет число прочитываемых байтов, и содержимое его должно быть кратно четырем. Команда HVP используется для пересылки в ОП содержимого регистра HE (регистра максимальной величины). По этой команде передается одно слово, значение в котором имеют только старшие 12 бит (знак, порядок и старшая шестнадцатеричная цифра).

Команды управления микродиагностикой предназначаются для использования в программных тестах, проверяющих работу МП.

Команды управления МП называются *операциями МП.*

Описание операций МП ЕС 2335 и действий, которые они выполняют.

ПЕРЕЗАПИСАТЬ ВЕКТОР С ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ (VMS)

$V_i \leftarrow X_i$ для $i = 1, \dots, n$, где $n = \min[СТУ, СТХ]$;

$Y_i \leftarrow 0$ для $i = n + 1, \dots, СТУ$, если $СТУ > СТХ$;

где СТХ и СТУ — значения величин в полях счетчика соответственно в ОСWХ и ОСWУ.

Данные перезаписываются из одного поля ОП в другое, при этом допускается их преобразование из формата с фиксированной запятой в формат с плавающей запятой.

10.2. Команды МП

Код операции		Значение	Мнемонический код
двоичный	шестнадцатеричный		
0000 0100 XXXX 1000 0000 0011 MMMM M011	X«04» X«08» X«03»	УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ ПЕРЕХОД В КАНАЛЕ НЕТ ОПЕРАЦИИ Команды управления	— TIC NOP
<i>Команды управления чтением данных</i>			
1000 0011 1001 0011	X«83» X«93»	ПРОЧИТАТЬ БУФЕР ПРОЧИТАТЬ РЕГИСТР С МАКСИМАЛЬНОЙ ВЕЛИЧИНОЙ	BRD HVR
<i>Команды управления микродиагностикой</i>			
1100 1011 1110 0011	X«СВ» X«ЕЗ»	ТЕСТ МИКРОПРОГРАММЫ ТЕСТ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЦИФРЫ	
1110 1011 1111 0011	X«ЕВ» X«F3»	ТЕСТ МАТРИЧНЫХ ДАННЫХ ТЕСТ АДРЕСАЦИИ БУФЕРА	
<i>Команды управления МП (операции МП)</i>			
0010 0011 0100 0011	X«23» X«43»	ПЕРЕЗАПИСАТЬ ВЕКТОР С ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ ПЕРЕЗАПИСАТЬ ВЕКТОР С ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ В ФОРМАТ С ФИКСИРОВАННОЙ ЗАПЯТОЙ	VMC VFX
0100 1011 0111 1011	X«4В» X«7В»	СКАЛЯРНОЕ УМНОЖЕНИЕ ПОЭЛЕМЕНТНОЕ ВЕКТОРНОЕ УМНОЖЕНИЕ	SMY VEM
0101 1011 0101 0011	X«5В» X«53»	ВНУТРЕННЕЕ УМНОЖЕНИЕ ВЕКТОРОВ ЧАСТИЧНОЕ УМНОЖЕНИЕ МАТРИЦ	VIP PMM
0111 0011 0001 0011	X«73» X«13»	УМНОЖЕНИЕ ТИПА СВЕРТКИ СУММИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ВЕКТОРА	CVM SVE
0001 1011 0110 1011	X«1В» X«6В»	СУММИРОВАНИЕ КВАДРАТОВ ПОЭЛЕМЕНТНОЕ СЛОЖЕНИЕ ВЕКТОРОВ	SSQ VES
0010 1011 0110 0011 0000 1011 1001 1011	X«2В» X«63» X«0В» X«9В»	МАССИВ КВАДРАТОВ СО ЗНАКОМ СЛОЖЕНИЕ ТИПА СВЕРТКИ РАЗНОСТНЫЕ УРАВНЕНИЯ БЫСТРОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФУРЬЕ С ОСНОВАНИЕМ 2	SSA CVA DEQ FF2
1000 1011 1010 1011	X«8В» X«АВ»	ПРЯМОЕ БЫСТРОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФУРЬЕ С ОСНОВАНИЕМ 4 ОБРАТНОЕ БЫСТРОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФУРЬЕ С ОСНОВАНИЕМ 4	FF4 FI4

10.3. Байты уточненного состояния МП

Байт	Бит	Значение	Использование в МП
0	0	КОМАНДА ОТВЕРГНУТА	Да
	1	НЕОБХОДИМО ВМЕШАТЕЛЬСТВО	Всегда 0
	2	ОШИБКА НА ВЫХОДНОЙ ШИНЕ	Всегда 0
	3	СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ	Всегда 0
	4	СВОЙ В ДАННЫХ	Всегда 0
	5	ПЕРЕПОЛНЕНИЕ	Всегда 0
	6	ПЕРЕПОЛНЕНИЕ ПРИ ФИКСИРОВАННОЙ ЗАПЯТОЙ	Да
	7	ПЕРЕПОЛНЕНИЕ ПРИ ПЛАВАЮЩЕЙ ЗАПЯТОЙ	Да
1	0	ВЫПОЛНЕНА НЮ	Да
	1	ОШИБКА ПО СПЕЦИФИКАЦИИ В ОСW	Да
	2—7	Не используются	Всегда 0

ПЕРЕЗАПИСАТЬ ВЕКТОР С ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ В ФОРМАТ С ФИКСИРОВАННОЙ ЗАПЯТОЙ (VFX)

$$Y \leftarrow S_2 + U_i \cdot X_3,$$

где $S_2 = X_1 X_2 + S_1 = 2X_1 X_2 - X_1$, $S_1 = X_1 X_2 - X_1$ для $i = 1, \dots, n$, где $n = \min[CTY, CTU]$. $Y_i \leftarrow 0$, для $i = n + 1, \dots, CTY$, если $CTY > CTU$.

Данные в формате с плавающей запятой перезаписываются из одного поля в другое, преобразуясь в формат с фиксированной запятой с возможным масштабированием.

СКАЛЯРНОЕ УМНОЖЕНИЕ (SMY)

$$Y_i \leftarrow \{Y_i\} + U X_i, \text{ для } i = 1, \dots, n, \text{ где } n = \min[CTY, CTX]$$

$$Y_i \leftarrow \{Y_i\} \text{ для } i = n + 1, \dots, CTY, \text{ если } CTY > CTX.$$

При этой операции каждый элемент вектора X умножается на скалярную величину U . Фигурные скобки означают, что допускается накопление, управляемое четвертым битом форматного байта в ОСWY. При отсутствии накопления заключенный в эти скобки элемент в формуле принимается равным нулю.

ПОЭЛЕМЕНТНОЕ ВЕКТОРНОЕ УМНОЖЕНИЕ (VEM)

$$Y_i \leftarrow \{Y_i\} + U_i X_i \text{ для } i = 1, \dots, n, \text{ где } n = \min[CTY, CTX, CTU];$$

$$Y_i \leftarrow \{Y_i\} \text{ для } i = n + 1, \dots, CTY, \text{ если } CTY > \min[CTX, CTU].$$

При этой операции перемножаются соответствующие элементы векторов U и X .

ВНУТРЕННЕЕ УМНОЖЕНИЕ ВЕКТОРОВ (VIP)

$$Y \leftarrow \{Y\} + \sum_{i=1}^n U_i X_i, \text{ где } n = \min[CTX, CTU].$$

Посредством этой операции образуется сумма произведений соответствующих элементов двух векторов U и X .

ЧАСТИЧНОЕ УМНОЖЕНИЕ МАТРИЦ (PMM)

$$Y_i \leftarrow \{Y_i\} + \sum_{j=1}^n X_j U_{(i-1)n+j},$$

где $i = 1, \dots, CTY$ и $n = CTX$.

При этой операции перемножаются все столбцы матрицы U с элементами вектора X и образуется результирующий вектор Y .

УМНОЖЕНИЕ ТИПА СВЕРТКИ (CVM)

$$Y_i \leftarrow \{Y_i\} + \sum_{j=1}^n U_j X_{i+j-1} \text{ для } i = 1, \dots, m, \text{ где } n = CTU,$$

$$m = \min[CTY, CTX]$$

и $Y_i \leftarrow \{Y_i\}$ для $i = m+1, \dots, CTY$, если $CTY > CTX$.

Операция осуществляет вычисление функции частичной корреляции двух векторов X и U , начиная с выравнивания первых элементов.

СУММА ЭЛЕМЕНТОВ ВЕКТОРА (SVE)

$$Y \leftarrow \{Y\} + \sum_{i=1}^n X_i, \text{ где } n = CTX.$$

Суммируются все элементы вектора X .

СУММИРОВАНИЕ КВАДРАТОВ (SSQ)

$$Y \leftarrow \{Y\} + \sum_{i=1}^n X_i^2 \text{ или } Y \leftarrow \{Y\} + \sum_{i=1}^n X_i |X_i|, \text{ где } n = CTX.$$

Суммируются квадраты элементов вектора X , при этом с помощью форматного байта $OCWX$ может задаваться вычисление или обыкновенных квадратов (X^2), или квадратов с сохранением знака числа ($X |X|$).

ПОЭЛЕМЕНТНОЕ СЛОЖЕНИЕ ВЕКТОРОВ (VES)

$$Y_i \leftarrow U_i + X_i \text{ или}$$

$$Y_i \leftarrow U_i + X_i \text{ для } i = 1, \dots, n, \text{ где } n = \min[CTY, CTX, CTU].$$

Выполняется либо суммирование соответствующих элементов двух векторов U и X , либо, как следует из второй формулы, реализуется накопление в $OCWY$, суммы элементов вектора со скаляром.

МАССИВ КВАДРАТОВ СО ЗНАКОМ (SSA)

$$Y_i \leftarrow \{Y_i\} + X_i^2 \text{ или } Y_i \leftarrow \{Y_i\} + X_i | X_i |$$

для $i = 1, \dots, n$, где $n = \min[CTY, CTX]$.

В процессе выполнения операции возводятся в квадрат элементы массива X , при этом посредством форматного байта OCWY действия выполняются по одной или другой формуле.

СЛОЖЕНИЕ ТИПА СВЕРТКИ (CVA)

$$Y_i \leftarrow \{Y_i\} + \sum_{j=1}^n |U_j + X_{i-j-1}| \text{ для } i = 1, \dots, m, \text{ где } m = \min[CTY, CTX], n = \min[CTX, CTU];$$

$$Y_i \leftarrow \{Y_i\} \text{ для } i = m + 1, \dots, CTY, \text{ если } CTY > CTX.$$

Операция аналогична умножению типа свертки с тем различием, что вместо суммы произведений вычисляются суммы сумм.

РАЗНОСТНЫЕ УРАВНЕНИЯ (DEQ)

$$Y_i \leftarrow \{Y_i\} + a_0 U_i + a_1 W_i + a_2 W_{i-1} + a_3 V_i + a_4 V_{i-1};$$

$$W_{i+1} \leftarrow c_1 U_i + b_1 W_i + b_2 W_{i-1};$$

$$V_{i+1} \leftarrow c_3 U_i + b_3 V_i + b_4 V_{i-1}$$

для $i = 1, \dots, CTY$.

Значения $a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, b_1, b_2, b_3, b_4, c_1, c_3, W_0, W_1, V_0, V_1$ задаются через OCWX. Посредством этой операции осуществляется решение дифференциальных уравнений IV порядка или ниже за одну пересылку данных через МП.

ОПЕРАЦИИ БЫСТРОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ

Дискретное преобразование Фурье (ДПФ) для ряда комплексных точек X_n , где $n = 0, 1, 2, \dots, N - 1$, представляет собой

$$\text{ряд } A(K) = \sum_{n=0}^{N-1} X(n) W_N^{nK} \text{ для } K = 0, 1, 2, N - 1, \text{ где } W_N =$$

$$= e^{-j\left(\frac{2\pi}{N}\right)} = \cos\left(\frac{2\pi}{N}\right) - j \sin\left(\frac{2\pi}{N}\right) - \text{комплексная экспонента.}$$

Когда число комплексных точек N представлено в виде $N = p^m$ (p — целое число), процесс вычисления ДПФ может быть разделен на m шагов (этапов). Сведение N -точечного ДПФ к последовательному применению p -точечного преобразования известно, как алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ) по основанию p .

В ЕС 2335 имеются три отдельные операции, каждая из которых реализует один этап БПФ при $p = 2$ или $p = 4$.

БЫСТРОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФУРЬЕ С ОСНОВАНИЕМ 2 (FF2)

$$A_0 = a_0 - Wa_1;$$

$$A_1 = a_0 - jWa_1,$$

где a_0 и a_1 — пара входных комплексных чисел; $W = \cos \alpha + j \sin \alpha$ — комплексная экспонента; A_0 и A_1 — результирующая пара комплексных чисел.

ПРЯМОЕ БЫСТРОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФУРЬЕ С ОСНОВАНИЕМ 4 (FF4) и ОБРАТНОЕ БЫСТРОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ФУРЬЕ С ОСНОВАНИЕМ 4 (FI4)

$$A_0 = a_0 - Wa_1 - W^2a_2 - W^3a_3;$$

$$A_1 = a_0 - jWa_1 - W^2a_2 - jW^3a_3;$$

$$A_2 = a_0 - Wa_1 - W^2a_2 - W^3a_3;$$

$$A_3 = a_0 - jWa_1 - W^2a_2 - jW^3a_3,$$

где a_0, a_1, a_2, a_3 — четыре входных комплексных числа; $W = \cos \alpha + j \sin \alpha$, $W^2 = \cos 2\alpha + j \sin 2\alpha$, $W^3 = \cos 3\alpha + j \sin 3\alpha$ — комплексные экспоненты; A_0, A_1, A_2 и A_3 — четыре результирующих комплексных числа.

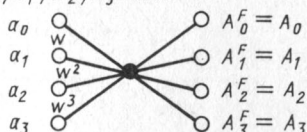
Различие между FF4 и FI4 заключается в порядке расположения четырех элементов, как показано на рис. 10.8.

При использовании этих операций пользователь посредством трех последовательных ОСВ (ОСВ1, ОСВ2 и ОСВ3) задает следующую информацию (рис. 10.9):

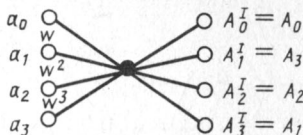
- начальный адрес входного массива этапа;
- начальный адрес массива комплексных экспонент;
- начальный адрес результирующего массива этапа (допускается совпадение входного и результирующего массивов);
- число разделов этапа, т. е. различных групп пар (или четверок), которые обрабатываются с различными комплексными экспонентами;
- число пар (четверок) в одном разделе;
- индекс между точками пары (четверки) — позволяет последовательно выбирать точки на основе первого элемента;
- индекс между первыми элементами пары (четверки) — позволяет производить последовательный выбор пар (четверок) из одного раздела при известном начальном адресе раздела;
- индекс между разделами — позволяет получать начальный адрес каждого раздела при известном начальном адресе массива.

Для трех операций характерно, что для любого раздела ОП прочитывается только одна комплексная экспонента. При FF2

Для FF4 результирующая четверка $A_0^F, A_1^F, A_2^F, A_3^F$ есть:



Для FI4 результирующая четверка $A_0^I, A_1^I, A_2^I, A_3^I$ есть:



$$A_0 = a_0 + wa_1 + w^2a_2 + w^3a_3$$

$$A_1 = a_0 - jwa_1 + w^2a_2 + jw^3a_3$$

$$A_2 = a_0 - wa_1 + w^2a_2 - w^3a_3$$

$$A_3 = a_0 + jwa_1 - w^2a_2 - jw^3a_3$$

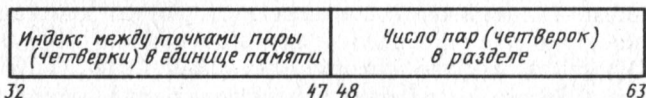
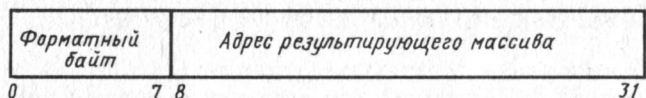
a_0, a_1, a_2, a_3 — входная четверка чисел

$$w = \cos \alpha + j \sin \alpha$$

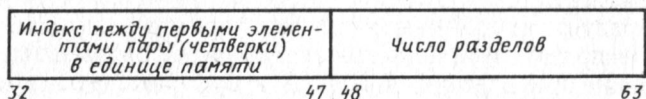
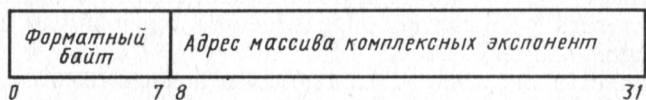
$$w^2 = \cos 2\alpha + j \sin 2\alpha$$

$$w^3 = \cos 3\alpha + j \sin 3\alpha$$

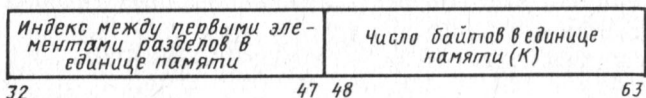
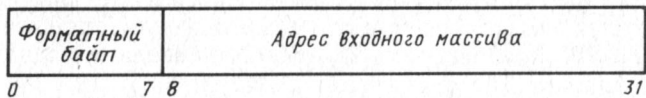
Рис. 10.8. Основная операция для FF4, FI4



а) Формат ОСW1



б) Формат ОСW2



в) Формат ОСW3

Рис. 10.9. Форматы ОСW для FF2, FF4, FI4

другие экспоненты не нужны. При FF4 и FI4 нужны две дополнительные экспоненты W^2 и W^3 , вычисляемые в МП.

Наличие операций, реализующих отдельные этапы быстрого преобразования Фурье, обеспечивает гибкость и широкие возможности выполнения вычислений по различным алгоритмам подобных преобразований при разных основаниях. Например, возможно применение алгоритмов по основаниям 2 и 4 или по смешанным основаниям $2 + 4$ и $4 + 2$, при которых входной массив может быть расположен в нормальном и обратном порядке.

10.4. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ МАТРИЧНОГО ПРОЦЕССОРА

Кроме двух подпроцессоров ПСВО и ПА и устройства управления в МП имеются еще два б у ф е р а, служащих общим «складом» данных и результатов. На рис. 10.10 показана общая структурная схема матричного процессора.

10.4.1. Подпроцессор связи и выборки операндов

ПСВО выполняет следующие функции:

получает от ЦП сигналы для выборки и определения команд ввода-вывода и производит соответствующие им действия;

извлекает из фиксированных или программно определяемых адресов ОП управляющую информацию (SAW, CCW, OCW и др.) и хранит ее в своих регистрах и триггерах для использования во время выполнения команд ввода-вывода;

считывает в ОП входные данные и записывает в ОП полученные результаты по адресам, определяемым содержимым адресной и индексной частей OCW;

управляет знаком входных данных в зависимости от форматной спецификации в OCW;

преобразует входные данные из формата с фиксированной запятой (в прямом или дополнительном коде) в формат с плавающей запятой при передаче их в ПА и буферные регистры;

преобразует полученные результаты из формата с плавающей запятой в формат с фиксированной запятой (в прямом или дополнительном коде) при получении их из буферных регистров;

выполняет последовательность действий для прерывания ЦП и записи CSW при завершении операции ввода-вывода или при наличии флажка PCI в текущем CCW;

регистрирует состояние МП в фиксированных ячейках ОП при возникновении ошибок в его работе.

Общая блок-схема ПСВО показана на рис. 10.11.

Основные компоненты ПСВО

Регистр А получает управляющую информацию и данные из ОП и ПА. При необходимости получения информации из ОП ПСВО выдает запрос на считывание, для чего адрес считываемой информации формируется на адресных шинах ОП (АШОП). При удовлетворении запроса считанные данные через интерфейс ИКА-МП поступают по выходным шинам ОП (ВШОП) в регистр А. Дальнейший их путь в МП — через регистр В. При необходимости записи в ОП данные, подлежащие записи (результаты из регистра R), вначале заносятся в регистр А. После этого выдается запрос на запись. При удовлетворении запроса данные из регистра А передаются по линиям интерфейса ИКА-МП, по входным шинам ОП (ВХШОП) и записываются по адресу, передаваемому по АШОП.

Регистр В служит буфером между регистром А и выходными регистрами в ПА (регистры ХУ и U), позволяя производить совмещение обработки в ПСВО одного слова входных операндов с чтением следующего слова входных операндов. Совместно с регистром А регистр В обеспечивает возможность находиться в ПСВО двум словам двойного слова управляющей информации (CCW, OCW) до распределения их по предназначенным для них регистрам и триггерам ПСВО. Операнды из регистра А передаются в ПА через преобразователь формата ПФ.

Регистр ХУ служит в качестве выходного регистра ПСВО и входного регистра ПА. Загрузка информации в регистр ХУ происходит под управлением ПСВО. Выводом информации из регистра ХУ управляет ПА.

Регистр U как и регистр ХУ, он служит граничным регистром двух подпроцессоров. Этот регистр загружается из регистра В через ПФ под управлением ПСВО. Передачей информации из регистра U в ПА управляет ПА.

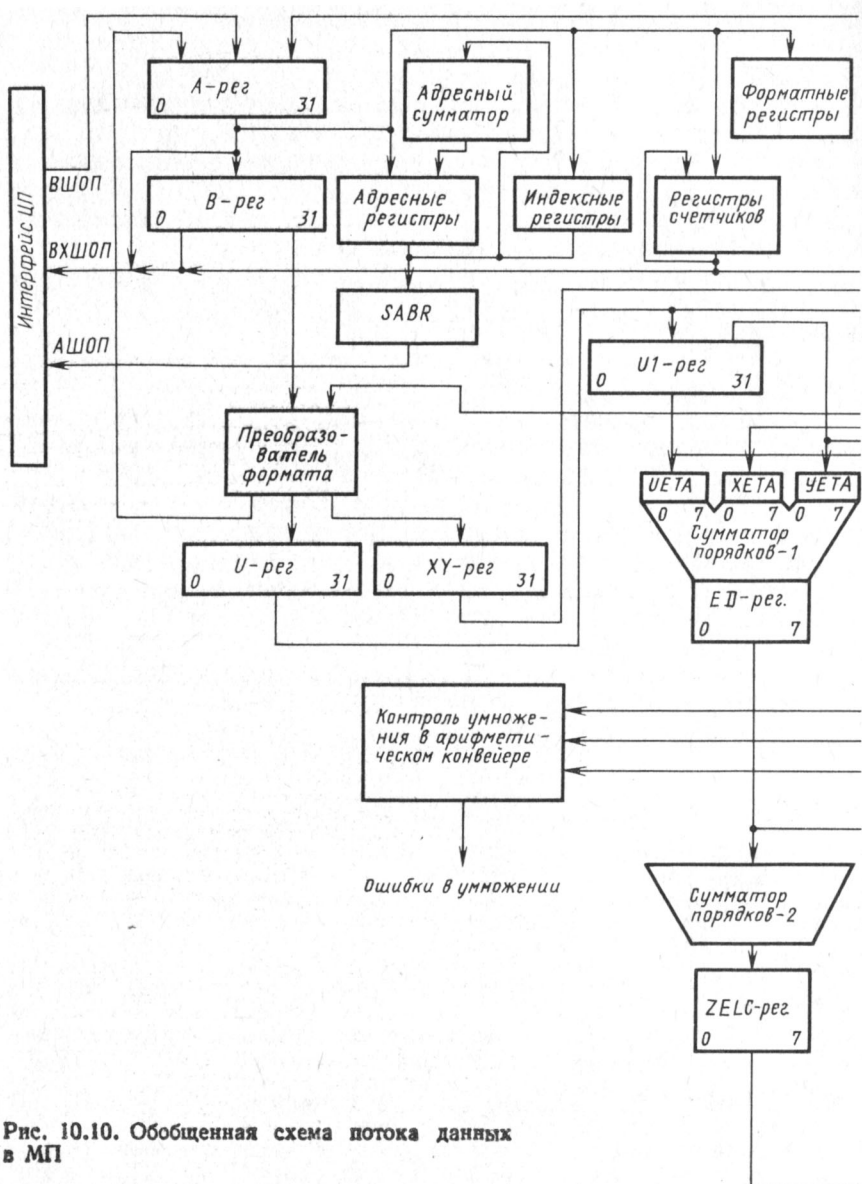
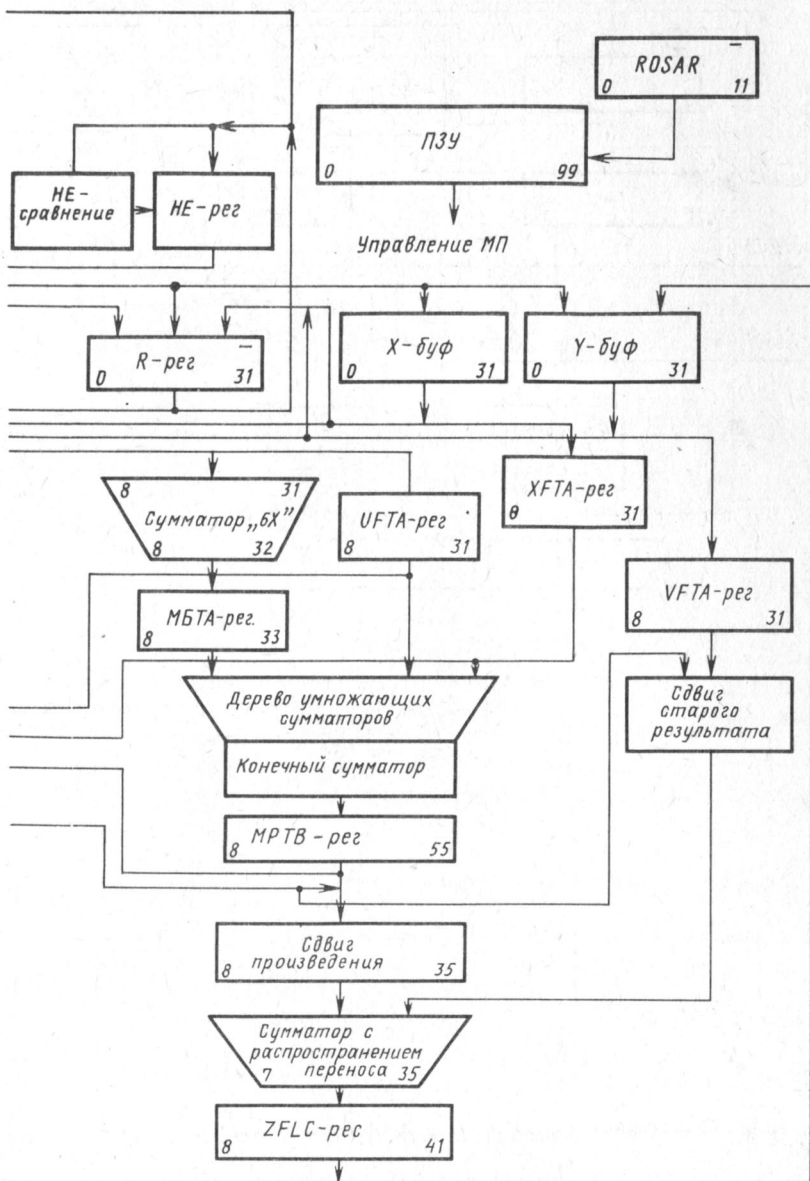


Рис. 10.10. Обобщенная схема потока данных в МП

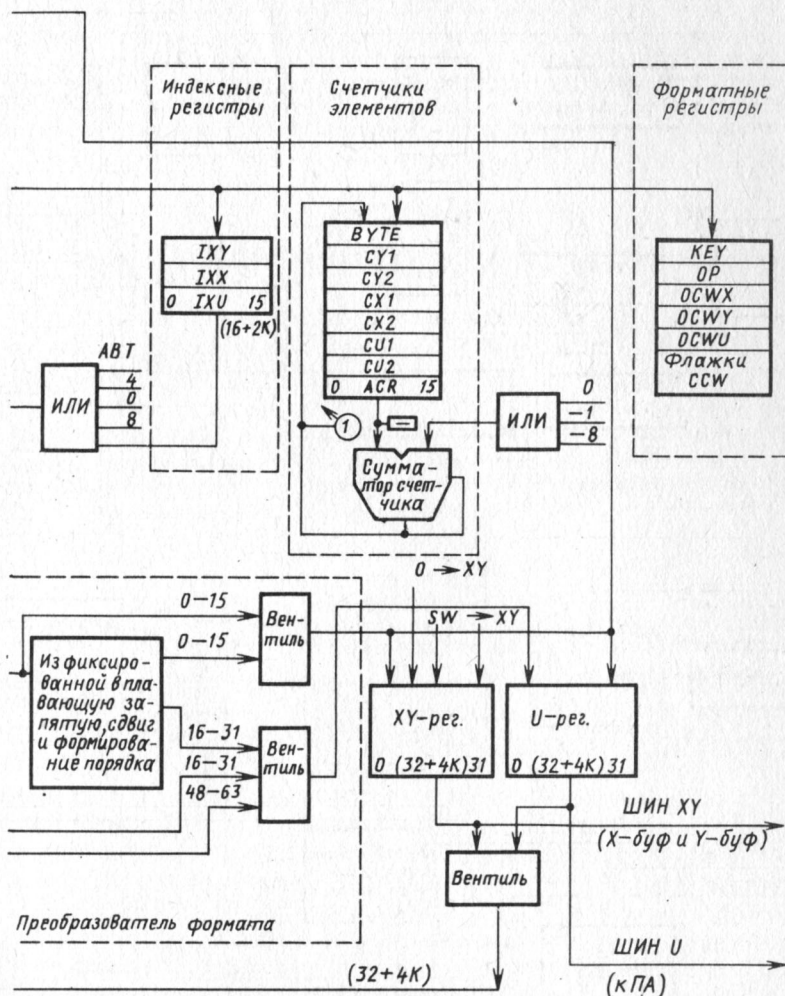
Регистр R является входным регистром ПСВО. Он принимает выдаваемые ПА результаты. Загрузка регистра R управляется ПА. Передачей информации из регистра R в регистр A управляет ПСВО.

Преобразователь формата (ПФ) выполняет преобразование формата входных данных, при передаче их из регистра B в регистры XY или U и полученных результатов, при пересылке их из регистра R в регистр A. Управление преобразованием формата и знака осуществляется форматной спецификацией соответствующего операнда (в OCWX, OCWY или OCWU), хранящейся в форматных



регистрах. При преобразовании считается, что все данные и результаты, обработанные в ПА, представлены в форме с плавающей запятой. Преобразованию подлежат все входные данные, поступающие из ОП в форме с фиксированной запятой, и все результаты, которые следует возвратить в ОП в этой же форме.

Блок адресации ОП и управления индексацией. Состоит из восьми адресных регистров (CCW, AAR, AY1, AY2, AX1, AX2, AU1 и AU2), содержащих начальные и текущие адреса управляющей информации (поступающие вначале из CCW, а затем поочередно из OCW), и операндов (массивы X, Y и U), трех индексных



Сумматор пропускает без изменения или вычитает 1 или 8 из содержимого регистра счетчика, поданного на его вход. Посредством блока управления счетом осуществляется управление обработкой определенной управляющей информации (ССВ, ОСВ) числа преобразующих элементов.

Блок форматных регистров состоит из трех регистров хранения форматных байтов, соответствующих ОСВ (ОСВХ, ОСВУ и ОСВU) регистра KEY, хранящего ключ защиты памяти, и триггеров хранения флажков ССВ.

Регистр НЕ хранит 12 старших разрядов наибольшего в данный момент результата, переданного в ОП. В начале каждой операции (за исключением HVR)

10.4.2. Арифметический подпроцессор

Упрощенная схема арифметического конвейера, иллюстрирующая принцип его функционирования показана на рис. 10.13.



290

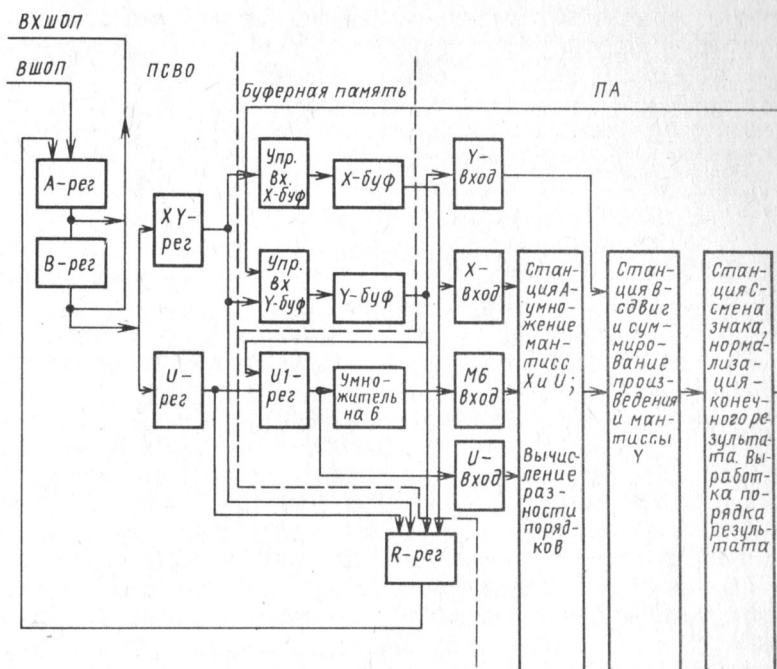


Рис. 10.13. Схема потока данных в ПА

Входные операнды конвейера загружаются в отдельные регистры порядка и мантиссы. В сумматор порядков СП1 поступают порядки трех операндов X, Y и U. Порядки двух сомножителей X и U суммируются, и из полученной суммы вычитается порядок слагаемого Y. Полученный результат определяет число сдвигов на шестнадцатеричные цифры (тетрады), которые надо выполнить над мантиссой произведения или мантиссой слагаемого Y для выравнивания порядков. Разность порядков подается на вход второго сумматора порядков СП2.

Мантиссы операндов X и U подаются на два входа умножителя. Полученное произведение (с точностью до 12 шестнадцатеричных цифр) поступает на вход сумматора мантисс, где складывается с мантиссой слагаемого Y (после выполнения сдвигов, необходимых для выравнивания порядков).

При выравнивании порядков число с меньшим порядком сдвигается вправо. Для этого предварительно анализируется знак разности порядков в СП1. Если для выравнивания порядков необходимо семь и более шестнадцатеричных сдвигов вправо, мантисса числа, подлежащего сдвигу, заменяется нулем. Результат суммирования мантисс вырабатывается с точностью до семи шестнадцатеричных цифр.

Для завершения операции над мантиссами необходимо выполнить **нормализацию**. Это производится или при перепол-

нении разрядной сетки мантиссы после суммирования (бит 7 мантиссы равен 1), или при получении нулевой ведущей тетрады в сумматоре мантисс. В первом случае результат в сумматоре мантисс сдвигается на одну шестнадцатеричную цифру вправо и к порядку результата прибавляется 1. Во втором случае результат в сумматоре мантисс сдвигается влево на столько тетрад, сколько имеется нулевых ведущих тетрад. Одновременно на такое же число уменьшается порядок результата в СП2. Если семь тетрад мантиссы, полученной на выходе сумматора мантисс, нулевые, на выход арифметического конвейера выдается число с нулевым знаком, нулевым порядком и нулевой мантиссой.

Во втором сумматоре порядков СП2 определяется порядок результата. В нем выполняется и последнее изменение порядка в зависимости от действий при нормализации результата.

На выходе арифметического конвейера получается нормализованный результат в форме с плавающей запятой, содержащий один знаковый разряд, семь разрядов порядка (представленных в коде с избытком 64), 28 разрядов мантиссы (шесть основных шестнадцатеричных цифр и одна дополнительная — для повышения точности) и один дополнительный бит, который устанавливается в 1, если произошло переполнение при плавающей запятой. Все эти разряды могут записываться в ячейки буфера Y, так как каждая его ячейка состоит из 37 разрядов (32 — для основного результата, четыре — для дополнительной цифры и один — для разряда «переполнение»).

Арифметический конвейер функционально разделен на три части:

станция А (умножение);

станция В (сдвиги для выравнивания порядков слагаемых и суммирование);

станция С (нормализация результата).

Каждая станция получает операнды от предыдущей и выполняет определенные действия, передавая полученные результаты в триггеры, играющие роль временной памяти между станциями. Несмотря на то что для полного цикла действий (загрузка входных результатов, перемещение через три станции и получение результатов) на конвейере требуется 800 нс, каждые 200 нс на выходе Z может получаться результат обработки поступающих на вход конвейера данных, если заполнение ими входных регистров происходит непрерывно.

10.4.3. Блок буферной памяти

Матричный процессор имеет буферную память, содержащую два буфера — X и Y, каждый из которых может содержать по 32 слова. Слово в буфере X имеет длину в 32 информационных разряда плюс четыре контрольных разряда (по одному на каждый байт). Длина слова в буфере Y составляет 37 информационных

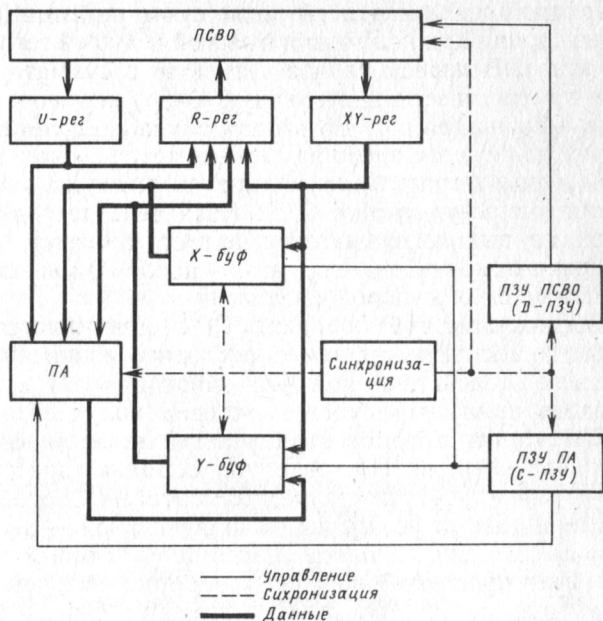


Рис. 10.14. Схема потока данных в УУ

разрядов плюс пять контрольных (четыре контрольных разряда для каждого байта и один контрольный разряд, дополняющий до нечетного число единиц в дополнительной цифре и разряде «переполнение»).

Оба буфера (см. рис. 10.13) получают входные операнды из регистра XY блока ПСВО. Содержимое буферов может быть передано в ПСВО через регистр R.

Операнды из буферов поступают на входы арифметического конвейера. Результаты выхода Z арифметического конвейера могут записываться прямо в буфер Y.

Каждый из буферов имеет по два адресных регистра — для считывания (XR и YR, соответственно для обоих буферов) и для записи (XS и YS). При считывании информации из буферов для передачи в арифметический конвейер или регистр R ПСВО адрес определяется содержимым адресного регистра считывания. При записи информации в буферы (из регистра XY или с выхода Z конвейера) адрес определяется содержимым адресного регистра записи.

Адресные регистры могут загружаться микропрограммно по константе, определяемой микрокомандой, или согласно последней увеличивать или уменьшать содержимое на 1. Регистр XR может микропрограммно увеличивать свое содержимое на 2. Изменение содержимого адресных регистров управляется микропрограммами ПА.

Арифметический подпроцессор управляет также записью (загрузкой регистров ХУ и U) и считыванием (передачей на входы конвейера и в регистр R) в блоке буферной памяти.

10.4.4. Блок управления

Блок управления управляет и синхронизирует работу всех компонент МП. Оба подпроцессора управляются двумя параллельно работающими микропрограммами, записанными в двух отдельных ПЗУ (рис. 10.14).

Работа ПСВО координируется микропрограммами D-ПЗУ, а работа ПА (конвейера и буферной памяти) — микропрограммами С-ПЗУ. Каждое ПЗУ имеет собственные адресный и информационный регистры и схемы дешифрования микрокоманд.

Основной принцип взаимосвязи между микропрограммами

Производится анализ со стороны одной микропрограммы логических условий (признаков результатов), устанавливаемых в процессе работы другой микропрограммы. В МП эти признаки результатов находятся в триггерах регистра S.

Используются семафорные триггеры, которые контролируют граничные точки двух подпроцессоров (регистры ХУ, U, R). Например, в микропрограмме управления работой ПА происходит останов по достижении точки, в которой необходимо получить содержимое регистра ХУ, если семафор ХУ показывает, что регистр все еще не загружен микропрограммой управления работой ПСВО. С другой стороны, если семафор ХУ показывает, что регистр загружен информацией из ПСВО и микропрограмма D достигает точки, в которой будет вновь произведена загрузка регистра ХУ, то происходит выжидание момента, когда микропрограмма арифметического подпроцессора заберет предыдущее содержимое регистра ХУ и переключит его семафор.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АВТ	Автономный режим (сигнал от БАК)
АДР [1—11]	Адрес (адресные сигналы к УП)
АДР [1—17] АВТ	Адрес в автономном режиме (сигналы от БАК)
АДР [1—17] В ОЗУ	Адрес в ОЗУ (сигналы от ЦП)
АДР [1—6] РЕГ	Адрес регенерации (внутренние сигналы в УМ ОЗУ)
АЛУ	Арифметическо-логическое устройство
АП	Арифметический подпроцессор
АПО	Адаптер пульта оператора
АПН	Адаптер пультавого накопителя
АРЕГ	Расширенная регистрация канала
АШОП	Адресные шины оперативной памяти
БАК	Блок автономного контроля (в УМ ОЗУ)
ББП	Базовый блок памяти (в УП)
БВН-1	Метод записи «без возвращения к нулю с реакцией на единицу»
БИС	Большая интегральная схема
БЗП	Блок защиты памяти
БЛ РЕГ	Блокировка регенерации (сигнал от БАК)
БМ РЕЖ	Блок-мультиплексный режим
БПФ	Быстрое преобразование Фурье
БРО	Блок регистрации ошибок
БС	Байт состояния
БСА	Блок связи с АПН
БСИНХР	Блок синхронизации
БСК	Байт состояния канала
БСУ	Байт состояния устройства
БУП	Блок управления питанием
БУРД	Блок управления работой диска
БУС	Байт уточненного состояния
ВБР	Выборка
ВБР БАЙТА [0-7]	Выборка байта (сигнал от БАК)
ВБР ББП	Выборка ББП (сигналы в УП)
ВБР СЛОВА	Выборка слова (сигнал от БАК)
ВБР СТ 1, 2	Выборка строки 1, 2 (сигналы в УП)
ВБР ЧИП	Выборка чипа (сигнал в УМ ОЗУ)
Вв-Выв	Ввод-вывод
ВЕСС 1, 2	Блок коррекции ошибок
ВХШОП	Входная шина оперативной памяти
ВЫХ ДАН [1-6]	Выходные данные (от запоминающих ТЭЗ в ОЗУ)
ДАН [0-8] АВТ	Данные в автономном режиме (от БАК)
ДАН В ОЗУ	Данные в ОЗУ (от ЦП)
ДАН В УП	Данные в УП (от ЦП)
ДАН ИЗ ОЗУ	Данные из ОЗУ (в ЦП)

ДАН ИЗ УП	Данные из УП (в ЦП)
ДВ	Команда движения
ДКОИ	Двоичный код обмена информацией
ДОС	Дисковая оперативная система
ДПФ	Дискретное преобразование Фурье
ЕС ЭВМ	Единая система ЭВМ
ЗАН ББП	Занесение в ББП (сигналы в УП)
ЗАНЕС АДР	Занесение адреса (внутренний сигнал в УМ ОЗУ)
ЗАНЯТО АВТ	Занято в автономном режиме (сигнал от УМ к БАК)
З-В	Запись-воспроизведение
ЗП	Запись (сигнал)
ЗП МЛ СЛОВА	Запись младшего слова (сигнал в УП)
ЗП СТ СЛОВА	Запись старшего слова (сигнал в УП)
ЗУ	Запоминающее устройство
ИИ	Информационный импульс
ИКА	Интегрированный канальный адаптер
ИП	Инженерный пульт
ИС	Интегральная схема
К 1, 2	Контрольные разряды (сопровождают адреса в ОЗУ)
КГК	Код горизонтального контроля
КК	КАНАЛ КОНЧИЛ (конец работы канала)
КОИ-7	Код обмена информации
КПК-12	Код перфорирования карт
КПТО	Комплект программ технического обслуживания
КСИМП	Короткий секторный импульс
КЦК	Код циклического контроля
К ЦИКЛА	Конец цикла (сигнал в ОЗУ)
ЛЗ	Линия задержки
ЛП	Локальная память
ЛП-А	Матрица А ЛП
ЛП-В	Матрица В ЛП
М1-М4	Модули запоминания (в УМ ОЗУ)
МК	Мультиплексный канал
МП	Матричный процессор
МПП	Многослойная печатная плата
МПРС	Микропрограммное прерывание
НГМД	Накопитель на гибком магнитном диске
НД	Неправильная длина
НЗ	Нарушение защиты
НЗД	Установить назад
НЗЗ	Нет запрета записи
НКЛ	Нет конца ленты
НЛ	Начало ленты
НМД	Накопитель на магнитных дисках

НМЛ	Накопитель на магнитной ленте
ОЗУ	Оперативное запоминающее устройство
ОП	Оперативная память
ОС	Операционная система
ОШ БАЙТА [0-7]	Ошибка в байте 0-7 (сигналы от УМ к БАК)
ПДЧ ДАН	Передача данных (сигнал, сопровождающий данные из ЦП в ОЗУ)
ПДЧ ДАН ОЗУ	Передача данных в ОЗУ (внутренний сигнал)
ПЗУ	Постоянное запоминающее устройство
ПИР	Установить перемотку и разгрузку
ПН	Пультовый накопитель
ПО	Пульт оператора
ППП	Параллельно-последовательный преобразователь
ПРВ ШИН П	Правильная четность на ШИН П
ПРМ	Установить перемотку
ПСВО	Подпроцессор связи и выборки операндов
ПФ	Преобразователь формата
РАГ	Регистр адреса головки
РАЗР [1—4]	Разрешение (сигналы в УМ ОЗУ)
РАЗР ЗП	Разрешение записи (сигнал в ОЗУ)
РАЗР ЧИП [1—32]	Разрешение чипа (сигнал в УМ ОЗУ)
РАС	Регистр адреса сектора
РАЦ	Регистр адреса цилиндра
РЕГ	Регенерация (сигнал в УМ ОЗУ)
РЛП	Расширенная локальная память
РР	Регистр (счетчик) разности
СБВН1	Состояние БВН-1
СБИ	Сбой в работе интерфейса
СБК	Сбой в работе канала
СБОЙ АДР	Сбой в адресе (сигнал от ОЗУ к ЦП)
СБП	Сбой в работе программы
СБР	Сброс (перевод в нулевое состояние)
СБЦ	Сбой в цепочке команд
СВ	Состояние воспроизведения
СДВ	Состояние движения
СДВН	Состояние движения назад
СИМП	Секторный импульс
СИ	Синхроимпульс
СК	Селекторный канал
ССК	Слово состояния канала
ССП	Слово состояния программы
СЧТ ИЗ ОЗУ	Считывание из ОЗУ (управляющий сигнал от ЦП)
ТТЛ	Транзисторно-транзисторная логика

ТЭЗ	Типовой элемент замены
УБВН1	Установить БВН-1
УВВ	Устройство ввода-вывода
УВИП	Унифицированный вторичный источник питания
УНМ	Унифицированный модуль (в ОЗУ)
УП	Управляющая память
УСВ	Установить состояние воспроизведения
УСЗ	Установить состояние записи
УСТ 0,1	Установка 0,1
УСУ	Управляющее слово устройства
УУ	Управляющее устройство
ФК	Фазовое кодирование
ЦП	Центральный процессор
ЦР	Разделенный цикл
ШВ	Шины воспроизведения
ШЗ	Шины записи
ШИН БО	Шины байта ответа
ШИН БУ	Шины байта управления
ШИН П	Шины признаков
ШИН СРЕД	Шины средства
ШИН ФИЗ АДР	Шины физического адреса
ШМ	Шпиндельный модуль
ЭВМ	Электронно-вычислительная машина
ЭСЛ	Эмиттерно-связанная логика
A0—A11	Адресные входы (адресные сигналы)
АМ	Адресный маркер
BC	Режим базового управления
BELS	Блок расширенной локальной памяти
BLS	Блок локальной памяти
BRD	Мнемонический код команды ПРОЧИ- ТАТЬ БУФЕР
CAW	Адресное слово канала
CC	Цепочка команд
CCW	Командное слово канала
CD	Цепочка данных
CE	Разрешение чипа
CLRIO	Мнемонический код команды ОСВОБОДИТЬ ВВОД-ВЫВОД
CRC	Контрольный избыточный код
CS	Выборка чипа
CSW	Слово состояния канала
CTU	Счетчик элементов массива U
CTX	Счетчик элементов массива X
CTY	Счетчик элементов массива Y
CVA	Мнемонический код команды СЛОЖЕ- НИЕ ТИПА СВЕРТКИ
CVM	Мнемонический код команды УМНОЖЕ-

Мнемонический код команды РАЗНОСТ-
НЫЕ УРАВНЕНИЯ

Режим расширенного управления

Циклический код

Флажковый байт

Интервал

Общая микропрограмма дешифрования
команд ввода-вывода

Микропрограмма МК обработки цепочки
данных или команд

Микропрограмма обслуживания обмена в
МК

Основная микропрограмма МК

Микропрограмма регистрации ошибок в
МК

Микропрограмма обработки БС в МК

Микропрограмма обработки запросов на
обслуживание в МК

Микропрограмма МК для записи CSW

Микропрограмма СК для обработки нару-
шения защиты и адресации

Микропрограмма СК для обработки оши-
бок

Микропрограмма СК для обработки БС

Микропрограмма СК для останова про-
цесса ввода-вывода

Микропрограмма СК для обработки пре-
рывания

Начальная микропрограмма блок-мульти-
плексного режима

Начальная микропрограмма команды
ввода-вывода в СК

Микропрограмма записи состояния СК

Показатели УСУ блок-мультиплексного
режима

Микропрограмма обработки микропро-
граммных прерываний в СК

Мнемонический код команды ОСТАНО-
ВИТЬ УСТРОЙСТВО

Мнемонический код команды ОСТАНО-
ВИТЬ ВВОД-ВЫВОД

Мнемонический код команды ПРОЧИ-
ТАТЬ РЕГИСТР С МАКСИМАЛЬНОЙ
ВЕЛИЧИНОЙ

Идентификатор

Слово косвенной адресации в канале

LCL	Ограниченная регистрация канала
LS	Локальная память
MFM	МЧМ (модифицированная частотная модуляция)
OCW	Слово описания операнда
OCWU	Слово описания операнда массива U
COWX	Слово описания операнда массива X
OCWY	Слово описания операнда массива Y
PMM	Мнемонический код команды ЧАСТИЧНОЕ УМНОЖЕНИЕ МАТРИЦ
PSW	Слово состояния программы
SIO	Мнемонический код команды НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД
SIOF	Мнемонический код команды НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД С БЫСТРЫМ ОТКЛЮЧЕНИЕМ
SLI	Подавление индикации неправильной длины
SMY	Мнемонический код команды СКАЛЯРНОЕ УМНОЖЕНИЕ
SSA	Мнемонический код команды МАССИВ КВАДРАТОВ СО ЗНАКОМ
SSQ	Мнемонический код команды СУММИРОВАНИЕ КВАДРАТОВ
STIDC	Мнемонический код команды ЗАПИСАТЬ ИДЕНТИФИКАТОР КАНАЛА
SVE	Мнемонический код команды СУММИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ВЕКТОРА
TCH	Мнемонический код команды ПРОВЕРИТЬ КАНАЛ
TIC	Мнемонический код команды ПЕРЕХОД В КАНАЛЕ
TIO	Мнемонический код команды ПРОВЕРИТЬ ВВОД-ВЫВОД
UCW	Управляющее слово устройства
VEM	Мнемонический код команды ПОЭЛЕМЕНТНОЕ ВЕКТОРНОЕ УМНОЖЕНИЕ
VES	Мнемонический код команды ПОЭЛЕМЕНТНОЕ СЛОЖЕНИЕ ВЕКТОРОВ
VFX	Мнемонический код команды ПЕРЕЗАПИСАТЬ ВЕКТОР С ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ В ФОРМАТ С ФИКСИРОВАННОЕ ЗАПЯТОЙ
VMC	Мнемонический код команды ПЕРЕЗАПИСАТЬ ВЕКТОР С ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ
WE	Разрешение записи

- ✓ 1. Абражевич Р. И., Авсряннов Р. М., Асцатуров Р. М. и др. Каналы ввода-вывода ЭВМ ЕС 1020. М.: Статистика, 1976. 272 с.
2. Асцатуров Р. М., Качков В. П., Кондратьев А. П. и др. Процессор ЭВМ ЕС 1020. М.: Статистика, 1975. 160 с.
3. Андреев В. П., Баранов В. В., Бекин Н. Н. и др. Полупроводниковые запоминающие устройства и их применение/Под ред. А. Ю. Гордона. М.: Радио и связь, 1981. 344 с.
4. Единая система ЭВМ/Под ред. А. М. Ларионова. М.: Статистика, 1974. 136 с.
5. Качков В. П., Кондратьев А. П., Пенкова В. М. и др. Электронная вычислительная машина ЕС 1022. М.: Статистика, 1979.
6. Мультипроцессорные системы и параллельные вычисления: Пер. с англ./Под ред. Ф. Г. Энслоу. М.: Мир, 1976. 384 с.
7. Основы построения технических средств ЕС ЭВМ на интегральных микросхемах/Под ред. Б. Н. Файзулаева. М.: Радио и связь, 1981.
8. Пржиалковский В. В., Смирнов Г. Д., Мальцев Н. А. и др. Электронная вычислительная машина ЕС 1020. М.: Статистика, 1975. 128 с.
- ✓ 9. Принципы работы системы IBM-370: Пер. с англ./Под ред. Л. Д. Райкова. М.: Мир, 1975. 576 с.
10. Селлерс Ф. Методы обнаружения ошибок в работе ЭЦВМ: Пер. с англ. М.: Мир, 1972. 312 с.
11. Хассон С. Микропрограммное управление. В 2-х частях: Пер. с англ. М.: Мир. Ч. 1. 1973. 240 с.; Ч. 2. 1974. 478 с.
12. Боянов К. и коллектив. Сборник приложни схеми от цифровата електроника. София: Техника, 1979.
- ✓ 13. Боянов, К. и коллектив. Централен процесор ЕС 1020. Справочник. София, ШИТСУ, 1973.
14. Василев, С., П. Петков. Полупроводниковые оперативно-запоминающие устройства — Конференция Българската търговско-промишлена палата, Ленинград, 1978.
15. Василев, С. и коллектив. Полупроводниково оперативно запомнящо устройство ЕС 3236 — Сб. трудове на V нац. конф. по ИТ, Варна, 1979.
16. Единая система от електронни изчислителни машини модел ЕС 1020 — I част. Под ред. на к. т. н. А. Ангелов и к. т. н. Ж. Железов. София, Техника, 1974.
17. Костенко, Л., Л. Чулина. Сервизен стенд ЕС А312 — Конференция с международно участие «Полупроводникови запомнящи устройства», В. Търново, 1980.
18. Лазаров, В., К. Киров и др. Управление на аритметични конвейери при периферната цифрова обработка на големи масиви от данни. Сб. трудове на ИИТ. София, 1979.
19. Маринова, Ж. Метод за създаване на програми за контрол на запомнящ ТЕЗ, изграден на база 4К, посредством универсална тестова система — Окръжна конференция «Състояние и перспективи в развитието на технически средства и системи за телеобработка и оперативни запамняващи устройства за ЕИМ», В. Търново, 1979.
20. Манова, Б. и коллектив. Монолитно ОЗУ, изградено на база 4К — пак там.

21. Петков, П., С. Василев. Вграден тестер за автономна проверка на ОЗУ ЕС 3236 — Сб. трудове на V нац. конф. по ИТ, Варна, 1979.
22. Петков, П., Г. Димитров. Блок за автономен контрол ЕС 3238. E001 — Сб. трудове на V нац. конф. по ИТ, Варна, 1979.
23. Петков, П., Л. Костенко, Г. Димитров. Сервизна и технологична апаратура за ОЗУ ЕС 3238 — Окръжна конференция «Състояние и перспективи в развитието на технически средства и системи за телеобработка и оперативни запаметяващи устройства за ЕНМ», В. Търново, 1979.
24. Петков, П. Полупроводникови ОЗУ — стратегия на тестване — Конференция с международно участие «Полупроводникови запаметяващи устройства», В. Търново, 1980.
25. Петков, П. Тестер за проверка и настройка на полупроводникови ОЗУ ЕС 3236 и ЕС 3238 — Сб. трудове на ИИТ, том XIIA, 1981.
26. Петров, Д., К. Батмазян, Т. Попова. Микропрограмна диагностика на централен изчислител. Национален симпозиум на младите научни работници. София, 1972.
27. Попов, П. Полупроводникови запаметяващи устройства за ЦЕИМ. София, Техника, 1980.
28. Попов, П. Развитие полупроводниковых памяти в НРБ — Симпозиум по време на изложбата «Средства на ЕС ЕИМ и СМ ЕИМ и приложението им», ВДНХ, Москва, 1979.
29. Фильов, К., И. Зарков, Н. Велчев. Големи MOS интегрални схеми. София, Техника, 1979.
30. Щерев, Н., Д. Петров и др. Микропрограмна диагностика. Сб. трудов на ЦИИТ. София, 1971.
31. Щерев, Н., К. Киров и др. Аритметико-логическо устройство на съвременна ЦЕИМ с микропрограмно управление. Национален симпозиум на младите научни работници. София, 1972.
32. Щерев, Н., Д. Петров и др. Изпълнение на операциите в ЕС 2020 ШСКА — филиал на ВМЕИ «Ленин», София, 1975.
33. Юлзари, И., Н. Щерев. Организация и структура на съвременни ЦЕИМ. София, Техника, 1977.
34. MAP-A. New Series of Ultra-Fast Programmable Floating-Point Array Processors. CSP Inc., 1976.
35. Paskalev, Sh. B. Zu einigen Fragen der Justiergenauigkeit fliegender Magnetköpfe in Magnetplattenspeichern mit Servoflächen Feigerätetechnik 5—83, Verlag Technik, Berlin.
36. Reddawn, S. F. DAP-A Distributed Array Processor. — ICL Computer Architecture News, December, 1973. Vol. 2. N 4.
37. Ruggiero, J. F., D. A. Coryell. An Auxiliary Processing Systems for Array. Calculations. — IBM Systems Journal. Vol. 8, 1969.

СПИСОК ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вычислительные машины, системы, комплексы: Справочник/А. П. Заморин, А. А. Мячев, Ю. П. Селиванов; Под ред. Б. Н. Наумова, В. В. Пржиляковского. М.: Энергоатомиздат, 1985. 264 с.
2. Пржиляковский В. В., Ломов Ю. С. Технические и программные средства Единой Системы ЭВМ ЕС ЭВМ-2. М.: Статистика, 1980. 232 с.
3. Семерджян М. А., Налбандян Ж. С. Матричный процессор ЕС-2345: Принципы работы и программное обеспечение. М.: Финансы и статистика, 1984. 133 с.
4. Электронная вычислительная машина ЕС-1045/А. Т. Кучукян, Т. Е. Саркисян, И. Б. Мкртумян и др. М.: Финансы и статистика, 1981. 183 с.

Предисловие редактора перевода	5
Введение	6
Глава 1. Основные технические характеристики системы ЕС 1035	9
1.1. Развитие программно-аппаратных средств	9
1.2. Основные технические данные ЕС 1035	11
1.3. Технические характеристики устройств, входящих в состав ЭВМ ЕС 1035	14
Глава 2. Форматы информации и ее адресование	22
2.1. Представление обрабатываемой информации	23
2.2. Форматы команд	28
2.3. Формирование адреса	30
2.4. Защита памяти	31
Глава 3. Принципы работы и конструктивные особенности ЕС 1035	32
3.1. Типы команд	32
3.2. Управление системой	37
3.3. Прерывания	40
3.4. Монитор и средства регистрации	42
3.5. Элементная база	44
3.6. Электрооборудование	49
3.7. Конструкция	51
Глава 4. Центральный процессор	54
4.1. Общие сведения	54
4.2. Микропрограммное управление	57
4.3. Блок управления и синхронизации	78
4.4. Локальная память, расширенная локальная память и специальные регистры	81
4.5. Арифметическо-логический блок	92
4.6. Блок адресации памяти	102
4.7. Блок выборки команд	105
Глава 5. Каналы ввода-вывода	106
5.1. Общие сведения об операциях ввода-вывода	106
5.2. Мультиплексный канал	108
5.3. Селекторные каналы	120
5.4. Регистрация ошибок каналов	153
Глава 6. Внутренние запоминающие устройства	157
6.1. Общие сведения	157
6.2. Управляющая память	158
6.3. Оперативная память	164
Глава 7. Пульт оператора и пультовой накопитель	184
7.1. Адаптер пульта оператора	184
7.2. Пульт оператора ЕС 1535.01	193
	303

7.3. Пульт оператора ЕС 1535.03	195
7.4. Адаптер пультowego накопителя	197
7.5. Пултовой накопитель	206
Глава 8. Подсистема накопителей на сменных магнитных дисках емкостью 100 (200) М байт	209
8.1. Устройство управления ЕС 5567	215
8.2. Управляющий модуль ЕС 5667	226
8.3. Накопители на магнитных дисках	230
Глава 9. Подсистема накопителей на магнитной ленте	250
9.1. Устройство управления ЕС 5525.05	252
9.2. Интерфейс УУ-НМЛ	263
9.3. Операции, выполняемые НМЛ при местном управлении	269
9.4. Устройства контроля и настройки НМЛ	270
Глава 10. Матричный процессор ЕС 2335	271
10.1. Общие сведения	272
10.2. Организация матричного процессора	272
10.3. Команды матричного процессора	278
10.4. Устройства и принцип работы матричного процессора	284
Список сокращений	295
Список литературы	301
Список дополнительной литературы	302

ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ИЗДАНИЕ

ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАШИНА ЕС 1035

Редактор Е. О. Личнова

Художественный редактор С. Н. Голубев

Переплет художника Ю. И. Смурьгина

Технический редактор И. Н. Раченкова

Корректоры: И. М. Борейша, А. М. Усачева

ИБ № 5437

Сдано в набор 25.11.86. Подписано в печать 04.02.87.

Формат 60×90^{1/16}. Бумага офсетная № 2. Гарнитура литературная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 19,0. Усл. кр.-отт. 19,0. Уч.-изд. л. 21,30.

Тираж 20000 экз. Заказ 270. Цена 1 р. 70 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Машиностроение»,
107076, Москва, Стромынский пер., 4

Ленинградская типография № 6 ордена Трудового Красного Знамени
Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгении Соколовой
Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР
по делам издательства, полиграфии и книжной торговли.
193144, г. Ленинград, ул. Моисеенко, 10.