

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МОДЕЛИ ЕС-1020	6
1.1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ.....	6
1.2. ПРОЦЕССОР.....	6
1.3. ПРЕРЫВАНИЯ.....	13
1.4. СИНХРОНИЗАЦИЯ.....	14
Глава 2. ОРГАНИЗАЦИЯ ВВОДА – ВЫВОДА В ЭВМ ЕС-1020	15
2.1. ОПЕРАЦИИ ВВОДА–ВЫВОДА.....	15
2.2. ОРГАНИЗАЦИЯ КАНАЛА.....	16
2.2.1. ТИПЫ КАНАЛОВ	17
2.3. СТАТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАНАЛОВ.....	19
2.4. ОПЕРАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА КАНАЛОВ.....	23
Глава 3. ИНТЕРФЕЙС ВВОДА–ВЫВОДА	33
3.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	33
3.2. ЛИНИИ ИНТЕРФЕЙСА ВВОДА–ВЫВОДА.....	35
3.3. ТРЕБОВАНИЯ К ВЗАИМНОЙ БЛОКИРОВКЕ СИГНАЛОВ.....	41
3.4. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ СИГНАЛОВ ИНТЕРФЕЙСА ВВОДА–ВЫВОДА.....	42
3.4.1. Последовательности сигналов выполнения операций ввода–вывода	42
3.4.2. Последовательности сигналов управления	47
3.5. КОМАНДЫ КАНАЛА.....	49
3.6. ИНФОРМАЦИЯ СОСТОЯНИЯ.....	50
3.6.1. Основной байт состояния	50
3.6.2. Указатели байта состояния	51
3.6.3. Байты уточненного состояния	52
3.6.4. Указатели байта уточненного состояния	52
3.7. ВРЕМЕННЫЕ СООТНОШЕНИЯ И ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ИНТЕРФЕЙСЕ ВВОДА–ВЫВОДА..	53
3.8. ВЫПОЛНЕНИЕ ОПЕРАЦИИ ВВОДА–ВЫВОДА.....	55
3.9. АДРЕСАЦИЯ ВУ И УВУ.....	55
3.10. ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕРФЕЙСА ВВОДА–ВЫВОДА.....	56
3.11. ДИАГРАММЫ АЛГОРИТМА РАБОТЫ ИНТЕРФЕЙСА ВВОДА–ВЫВОДА.....	58
Глава 4 УПРАВЛЕНИЕ КАНАЛАМИ	72
4.1. ПОДКЛЮЧЕНИЕ КАНАЛОВ К ПРОЦЕССОРУ.....	72
4.2. УПРАВЛЕНИЕ РЕГИСТРАМИ И ОТДЕЛЬНЫМИ ТРИГГЕРАМИ КАНАЛОВ.....	74
4.3. УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕДАЧЕЙ ДАННЫХ МЕЖДУ КАНАЛАМИ И ОП.....	77
4.4. УПРАВЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТОМ ЗАПРОСОВ КАНАЛОВ.....	81
Глава 5 МУЛЬТИПЛЕКСНЫЙ КАНАЛ	84
5.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	84
5.2. СОСТАВ КАНАЛА.....	85
5.2.1. Схема управления канала	86
5.2.2. Регистр управления канала	88
5.2.3. Регистр управления абонента	90
5.2.4. Регистр выходной информации	90
5.2.5. Регистр входной информации	93
5.2.6. Мультиплексная память	94
5.3. РАБОТА КАНАЛА.....	96
5.3.1. Команда НАЧАТЬ ВВОД–ВЫВОД (SIO)	96
5.3.2. Передача данных	100
5.3.3. Окончание операции ввода–вывода	104
5.3.4. Команда ПРОВЕРИТЬ ВВОД–ВЫВОД (TIO)	109
5.3.5. Команда ОСТАНОВИТЬ ВВОД–ВЫВОД (NIO)	113
5.3.6. Команда ПРОВЕРИТЬ КАНАЛ (TCH)	114
5.3.7. Прерывание по вводу–выводу	115
5.3.8. Первоначальная загрузка программы	117
Глава 6 СЕЛЕКТОРНЫЙ КАНАЛ	122
6.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	122
6.2. СОСТАВ КАНАЛА.....	122
6.2.1. БУФЕР ДАННЫХ	123
6.2.2. Регистр управления абонента	124
6.2.3. Регистр адреса данных	127
6.2.4. Регистр счетчика байт	128
6.2.5. Регистр ключей защиты	132
6.2.6. Регистр признаков	132
6.2.7. Регистр команд	132
6.2.8. Регистр управления канала	135
6.2.9. Регистр границ	139
6.2.10. Регистр состояния канала	141
6.2.11. Подканал селекторного канала	145

6.3. РАБОТА КАНАЛА.....	146
6.3.1. Команда НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД (SIO)	146
6.3.2. Передача данных	153
6.3.3. Передача данных между ВУ и буфером данных канала	153
6.3.4. Передача данных между буфером данных канала и оперативной памятью	157
6.3.5. Окончание операций ввода - вывода	169
6.3.6. Микропрограммная приостановка	169
6.3.7. Команда ПРОВЕРИТЬ ВВОД-ВЫВОД (TIO)	179
6.3.8. Команда ОСТАНОВИТЬ ВВОД-ВЫВОД (HIO)	182
6.3.9. Команда ПРОВЕРИТЬ КАНАЛ (TCH)	183
6.3.10 Прерывание по вводу-выводу	184
6.3.11. Первоначальная загрузка программ	187
Глава 7 КОНТРОЛЬ РАБОТЫ КАНАЛОВ	190
7.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	190
7.2. ПРОГРАММНЫЕ ОШИБКИ.....	193
7.2.1. Обнаружение программных ошибок	193
7.2.2. Обработка программных ошибок	195
7.3. АППАРАТНЫЕ ОШИБКИ.....	199
7.3.1. Ошибки в трактах передачи и хранения информации	199
7.3.2. Ошибки в работе логических схем каналов и интерфейса ввода - вывода	207
7.3.3. Ошибки в работе логических схем блока управления каналами	209
7.3.4. Обнаружение аппаратных ошибок	211
7.3.5. Обработка аппаратных ошибок	214
Глава 8 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ КАНАЛОВ ВВОДА-ВЫВОДА	221
8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КАНАЛОВ.....	221
8.2. ОЦЕНКА СЕЛЕКТОРНЫХ КАНАЛОВ.....	222
8.3. ОЦЕНКА МУЛЬТИПЛЕКСНОГО КАНАЛА.....	232
ПРИЛОЖЕНИЯ	245
ЛИТЕРАТУРА	256

ВВЕДЕНИЕ

В нашей стране ежегодно значительно увеличивается выпуск новейших электронных вычислительных машин для удовлетворения все возрастающих потребностей народного хозяйства. При этом ведется постоянное совершенствование ЭВМ по многим направлениям, причем основной тенденцией в развитии вычислительной техники является существенный рост относительного объема периферийного оборудования ЭВМ. В связи с этим приобретают большое значение вопросы выбора структуры и организации работы системы ввода-вывода.

Во многих ЭВМ второго поколения (IBM-1401, «Минск-22» и др.) каждое внешнее устройство (ВУ) подключалось непосредственно к основным информационным потокам и устройствам процессора (вычислительного устройства) через уникальный для каждого устройства кабель связи. Управление работой этих ВУ осуществлялось специальными командами с различной структурой для каждого устройства. Процессор принимал участие при выполнении операций ввода-вывода на каждом отдельном внешнем устройстве. Для расширения числа ВУ требовалось добавление новых команд и проведение доработок оборудования процессора.

Такая организация ввода-вывода в ЭВМ второго поколения определялась сравнительно узкой сферой их применения. При этом ставилась цель снижения не только покупной стоимости ЭВМ, но и эксплуатационных расходов, отнесенных к единице времени. На снижение последних большое влияние оказывали повышение надежности ЭВМ, простота структуры и конструкции. Поэтому в ЭВМ второго поколения не предпринималось существенных попыток повысить производительность машины за счет более эффективной организации ввода-вывода.

Расширение сферы применения вычислительной техники и в особенности ее использование в автоматизированных системах управления для обработки информации в области планирования, экономики, учета привели к включению в состав ЭВМ большого комплекса разнообразных ВУ для ввода и вывода информации, ее запоминания и хранения, регистрации и отображения. В результате этого перед разработчиками современной вычислительной техники возникли проблемы, главными из которых явились следующие:

необходимость создания вычислительных машин с переменным составом оборудования;

достижение параллельной работы ВУ как по отношению друг к другу, так и по отношению к работе процессора;

необходимость унификации программирования ввода-вывода;

обеспечение реакции вычислительной машины на многообразие ситуаций, возникающих в ВУ (готовность устройства, нарушение нормальной работы и т. д.).

Переменность состава оборудования заключается в том, что система команд, аппаратура связи с ВУ и логика управления ими должны быть таковы, чтобы присоединение нового устройства не вызывало в существующей части системы никаких других изменений, кроме изменения программ и соединений кабелей.

Несмотря на многообразие возможных конфигураций систем с переменным

составом оборудования, они обладают рядом особенностей, принципиально отличающих их структуру от ЭВМ с фиксированным составом оборудования. К этим особенностям относятся:

стандартный формат информации и управляющих сигналов, которыми ВУ обменивается с процессором. Преобразование стандартного формата данных в индивидуальные, приспособленные для работы отдельных ВУ, осуществляется в самих устройствах;

стандартный формат команд для всех ВУ. Команды работы с ВУ представляют для процессора просто команды передачи информации и не отражают в явном виде специфику работы устройств, которые могут отличаться друг от друга только каким-либо кодовым признаком, например адресом ВУ. В общем случае команда обращения к ВУ содержит адрес (номер) вызываемого устройства, указание области оперативной памяти, которая должна быть использована для передачи информации, и некоторые признаки для указания типа и особенностей выполняемой команды;

наличие унифицированной системы связи с ВУ. Организация параллельной во времени работы процессора и ВУ, а также введение многопрограммной работы позволили решить проблему эффективного использования производительности процессора при работе с ВУ.

Предпосылкой такого решения проблемы повышения производительности ЭВМ явилась разработка оперативных памятей, обладающих высоким быстродействием и имеющих большой объем хранимой информации. Наличие памятей с такими характеристиками позволило совместить во времени процессы вычислений и обмена информацией с ВУ.

Для одновременной (параллельной) работы ВУ необходимо, чтобы команда обращения к устройству только запускала его в работу, после чего процессор должен освобождаться для продолжения программы. Для обеспечения параллельной работы процессор должен иметь возможность посылать новые команды пуска ВУ, не дожидаясь окончания работы ранее запущенных устройств. После запуска в работу ВУ должны функционировать автономно, приостанавливая работу процессора только на время коротких сеансов связи для передачи в процессор или из него очередной части информации. По окончании работы ВУ должно сигнализировать об этом процессору с помощью системы прерывания.

Требование параллельной работы ВУ и процессора вызвало необходимость выделения схем управления ВУ из состава процессора и придания им достаточной степени автономности. Эта часть процессора должна выполнять только общие функции, независимые от типа ВУ. Для осуществления этих функций в системе с переменным составом оборудования аппаратуру и логику управления ВУ стали разрабатывать с учетом требований стандартности форматов информации и команд и возможности работы по унифицированным линиям связи с ВУ. Таким образом, в составе современных ЭВМ появились специальные устройства управления вводом-выводом, обеспечивающие обмен информацией между оперативной памятью и ВУ с осуществлением параллельной работы переменного набора ВУ различных типов. Эти устройства получили название устройств обмена, координаторов ввода – вывода,

затем — каналов ввода — вывода (А. С. № 433484. Бюллетень изобретений и товарных знаков № 23, 1974).

Все перечисленные выше требования, предъявляемые к организации ввода-вывода и структуре современных ЭВМ, учитывались при разработке Единой системы ЭВМ третьего поколения, предназначенных для решения широкого круга задач и организации различных систем обработки данных. В связи с завершением основных работ по созданию Единой системы ЭВМ особую важность приобретают вопросы широкого внедрения этих машин в народное хозяйство и вопросы организации обслуживания и подготовки квалифицированных кадров, ориентированных на эксплуатацию ЭВМ Единой системы.

Опыт эксплуатации моделей системы ЭВМ ЕС-1020 и подготовки специалистов для ее обслуживания показал, что организация и работа системы ввода-вывода ЭВМ ЕС-1020 требуют тщательного ее изучения и глубокого понимания.

Книга не является подробным описанием каналов ввода-вывода ЕС-1020. В ней излагаются только основные принципы организации ввода-вывода, структуры и работы каналов ввода-вывода, которые, по мнению авторов, наиболее важны для понимания общей архитектуры и работы ЕС-1020. Кроме того, в книгу включено описание интерфейса ввода-вывода, являющегося общим для всех моделей Единой системы. Эти сведения необходимы для понимания принципов построения и работы системы ввода-вывода ЕС-1020 и делают данную книгу более полной и независимой от других публикаций как по ЕС-1020, так и по другим моделям Единой системы.

Данная книга является первой в отечественной литературе, посвященной описанию работы каналов ввода-вывода ЭВМ как специальных устройств, используемых в ЭВМ третьего поколения. Книга может быть полезна специалистам, занимающимся эксплуатацией машин и организацией работ на ЭВМ ЕС-1020. Кроме того, книга познакомит широкий круг специалистов со структурой и принципами работы одной из машин третьего поколения.

Глава 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МОДЕЛИ ЕС-1020

1.1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ

Электронная вычислительная машина ЕС-1020 принадлежит к семейству программно-совместимых машин Единой системы ЭВМ и может широко использоваться для решения научно-технических, информационно-логических и специальных задач. Большой объем внутренней и внешней памяти, универсальный набор команд, обеспечение принципов совместимости с другими машинами ЕС ЭВМ на уровне машинного языка, кодирования информации, интерфейса ввода-вывода повышают эффективность машины ЕС-1020 при обработке данных. Операционная система программного обеспечения, ориентированная на применение внешней памяти на магнитных дисках (ДОС ЕС), дает потребителю обширный набор трансляторов для языков программирования высокого уровня и сервисных программ, облегчающих постановку задач на машине и получение результатов вычислений.

В состав ЭВМ ЕС-1020 входят процессор ЕС-2020 и комплект внешних устройств, определяемый заданной конфигурацией. Использование единой для ЕС ЭВМ системы связи с внешними устройствами позволило создать широкую номенклатуру устройств ввода-вывода, подключаемых к любой машине семейства ЕС ЭВМ (см. приложение 1).

На рис. 1.1. показана структурная схема ЭВМ ЕС-1020, включающая центральный процессор; оперативную память; два селекторных и мультиплексный каналы, подключенные к процессору через блок управления каналами; набор внешних устройств.

1.2. ПРОЦЕССОР

Процессор является основой ЭВМ ЕС-1020, и особенность его структуры (рис. 1.2) заключается в регистровой схеме построения узлов, объединенных системой единых магистралей, и применении принципов микропрограммного управления. Система магистралей связывает между собой отдельные регистры, обмен информацией между которыми происходит через общий коммутационный блок- блок арифметический, позволяющий преобразовывать заданную посредством микрокоманд проходящую через него информацию.

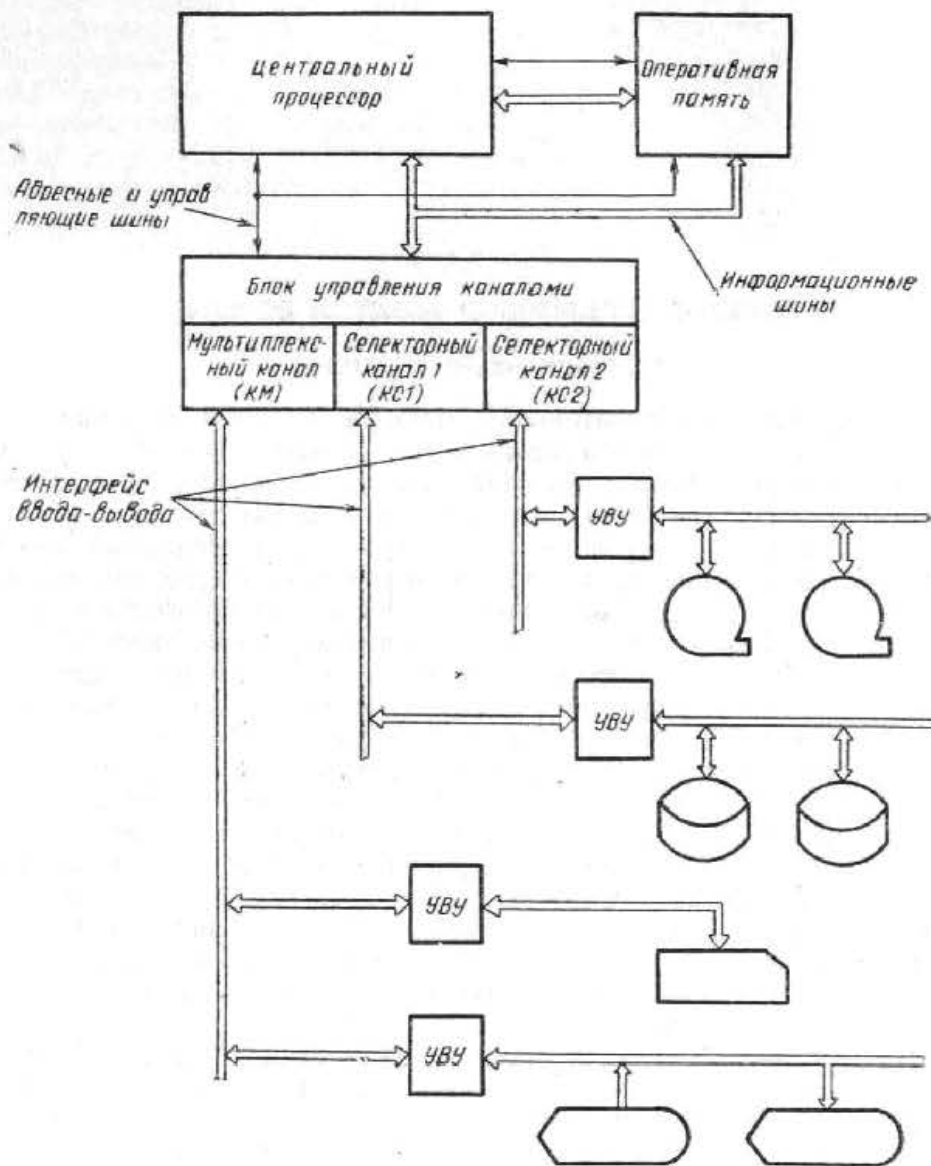


Рис. 1.1. Структурная схема модели ЕС-1020

В состав процессора входят:

оперативная память, состоящая из трех функционально независимых типов памяти: основной, локальной и мультиплексной;

центральный процессор, включающий ряд регистров и устройств;

блок управления каналами;

мультиплексный и селекторные каналы;

пульт управления, подключаемый к процессору через блок управления каналами.

Оперативная память. Все три типа памяти: основная (ОП) объемом 64 256 кбайт, локальная (ЛП) объемом 256 байт и мультиплексная (МП) объемом 768 1792 байт выполнены физически в виде единой оперативной памяти.

Цикл обращения к оперативной памяти в ЭВМ ЕС-1020 равен 2 мкс и «расщеплен» на два самостоятельных такта: чтение и запись (регенерация). Длительность каждого такта равна машинному такту и составляет 1 мкс. Управление оперативной памятью

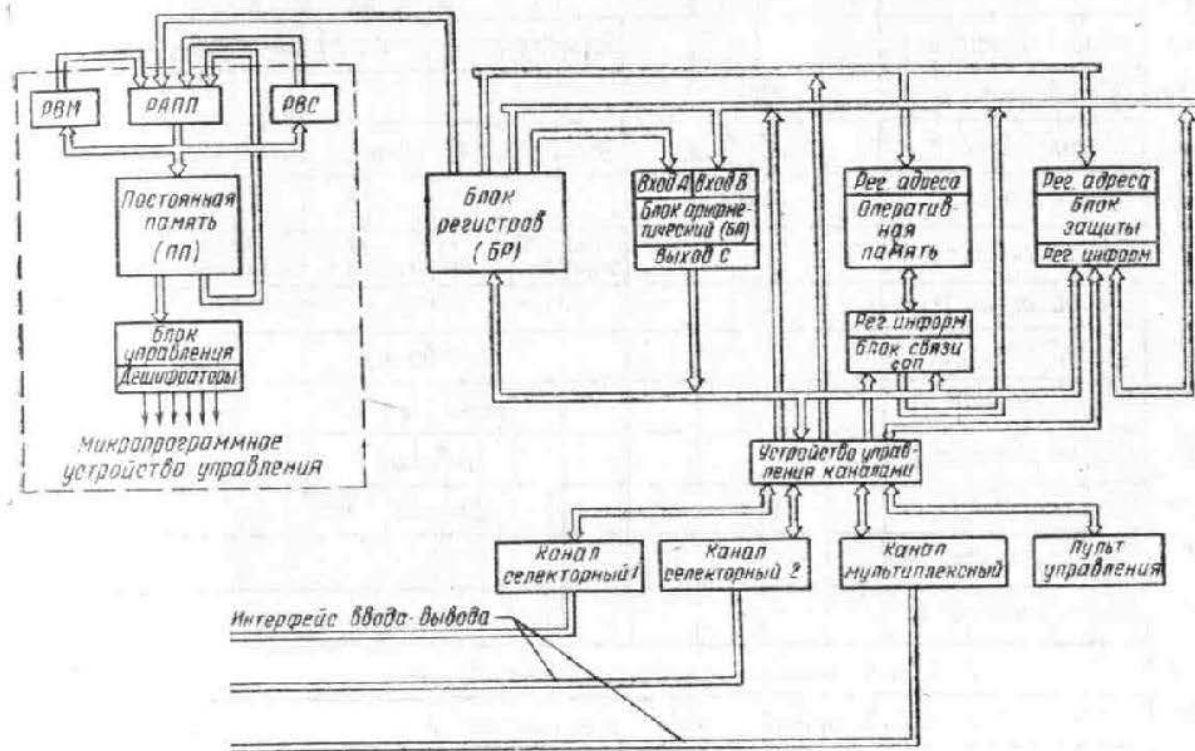


Рис. 1.2 Структура процессора ЕС-2020

осуществляется устройством микропрограммного управления, формирующим сигналы обращения к оперативной памяти и признак памяти (ЛП, МП, ОП).

При выполнении операций ввода-вывода (ОВВ) обращение «оперативной памяти» производится либо под управлением микрокоманд либо аппаратных средств.

Основная память используется для хранения рабочих программ, данных и супервизора при решении задач.

и локальной памяти (рис. 1.3) содержатся общие регистры ЦП, регистры для операндов с плавающей запятой, кроме того, имеется рабочая зона памяти, которая недоступна программистам и используется в качестве рабочих регистров ЦП и каналов ввода-вывода. Рабочая область ЦП хранит слово состояния программы (ССП), под управлением которого выполняется текущая программа. При выполнении команд ЦП использует часть рабочей области для хранения промежуточных результатов. ЛП включает рабочую область каналов, одна часть которой применяется во время выполнения команд управления каналами для формирования и хранения управляющего слова устройства (УСУ)

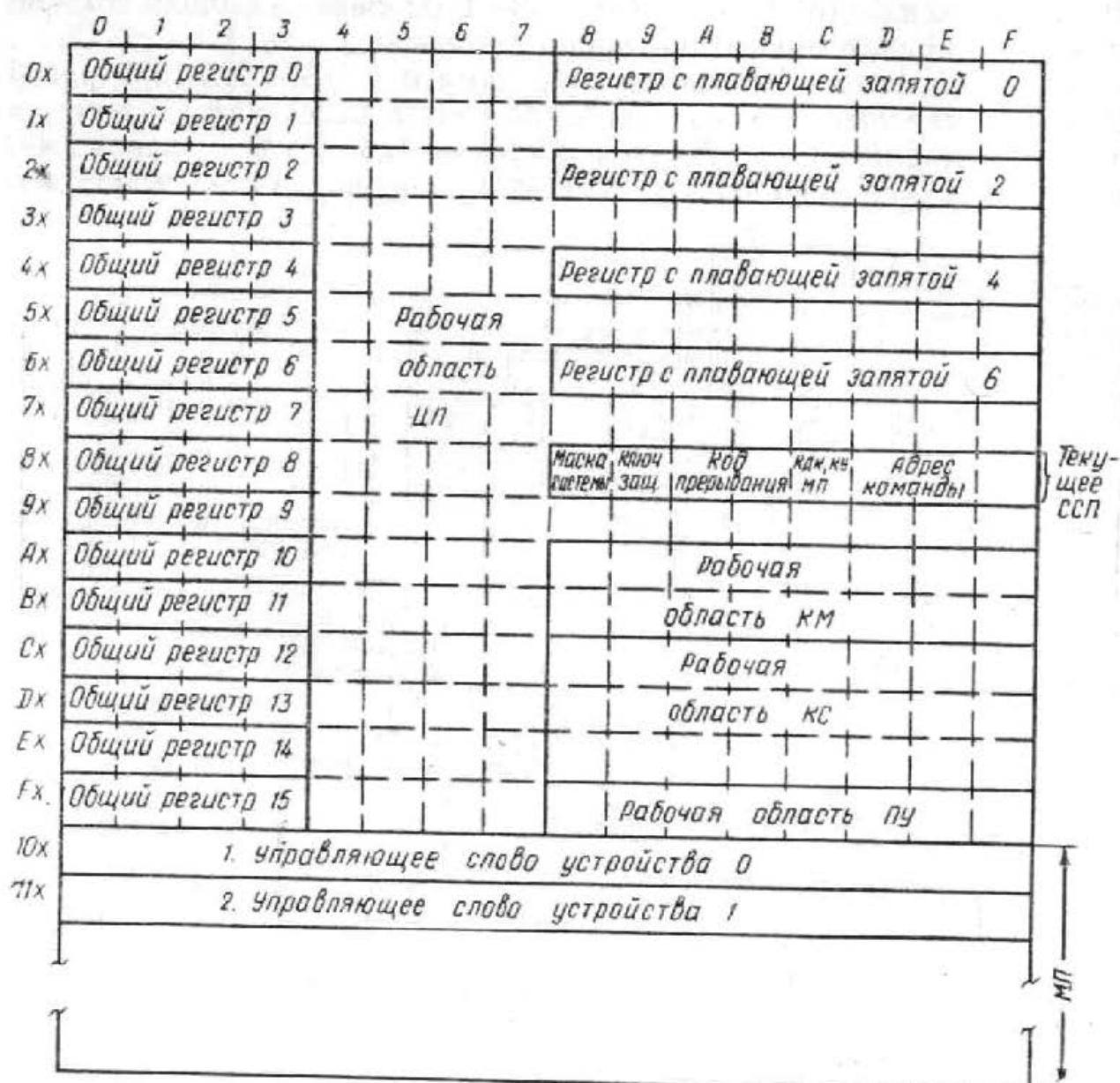


Рис. 1.3. Структура локальной памяти

селекторного канала, другая часть используется в качестве дополнительных регистров при выполнении отдельных микропрограммных процедур операции ввода — вывода. В этих дополнительных регистрах запоминается содержимое регистров процессора на время выполнения микропрограммных процедур операции ввода — вывода.

В мультиплексной памяти находятся управляющие слова устройств мультиплексного канала, в каждом из которых содержится необходимая управляющая информация для выполнения отдельной ОВВ. Эти УСВ формируются в начале выполнения команд управления каналами, причем для каждой операции ввода — вывода формируется одно УСВ и записывается в определенное место мультиплексной памяти. Это место зависит от адреса ВУ, на котором будет выполняться операция. Одно УСВ занимает 16 байт в мультиплексной памяти.

Обращение ко всем типам памяти осуществляется через общий адресный регистр

МН. В цикле передачи данных между оперативной памятью и селекторным каналом адрес оперативной памяти поступает в регистр МН непосредственно из канала. Информация в оперативную память (из оперативной памяти) заносится через общие информационные однобайтовые регистры Н и З, которые по входу и выходу связаны с каналами и другими блоками процессора (рис. 1.4).

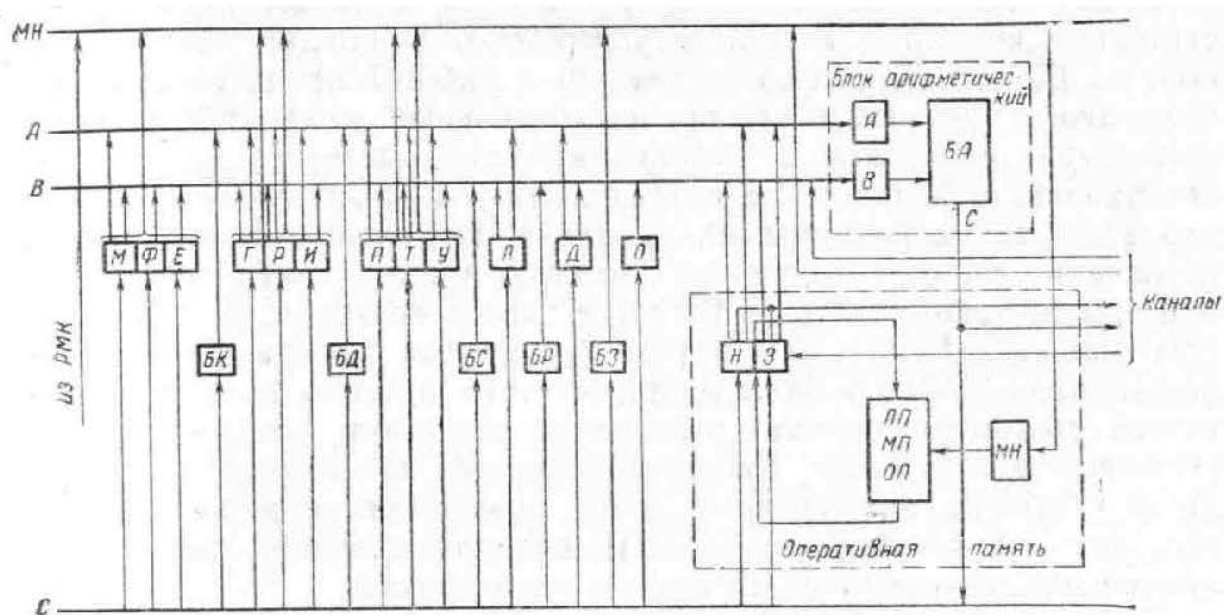


Рис. 1.4. Блок регистров

Центральный процессор. Центральный процессор (ЦП) выполняет основную работу по обработке и обмену информации между оперативной памятью и внешними устройствами и включает устройство микропрограммного управления (УМУ); блок регистров (БР); блок арифметический (БА) и блок защиты памяти (БЗ).

Устройство микропрограммного управления. Микропрограммное управление работой процессора осуществляется устройством микропрограммного управления, содержащим регистры и постоянную память (см. рис. 1.2). Принцип микропрограммного управления заключается в выработке управляющих сигналов путем последовательного считывания и декодирования информационных слов, расположенных в ячейках постоянной памяти. Одно информационное слово, считанное из постоянной памяти, представляет собой микрокоманду, содержащую информацию, управляющую отдельными действиями в машине в течение одного машинного такта.

Последовательность микрокоманд, связанных с выполнением одной команды или отдельной процедуры, представляет собой микропрограмму. Структура микрокоманды приведена в приложении 2. Одна микрокоманда содержит информацию, которая разделяется на ряд полей, используемых для управления:

- блоком арифметическим (коммутация входов и выходов, задание функции);
 - памятью (тип и режим обращения);
 - условиями ветвлений;
 - формированием адреса очередной микрокоманды (см. приложение 2).
- Особенность выполнения команд управления каналами заключается в том, что

посредством этих команд начинается или останавливается операция ввода – вывода, а также проверяется состояние канала и внешнего устройства. Операция ввода – вывода на ВУ выполняется параллельно с работой процессора по выполнению других команд, причем отдельные микропрограммные процедуры, связанные с операцией ввода–вывода, могут приостанавливать выполнение других команд ЦП на время выполнения этих микропрограммных процедур. При этом в момент приостановки адрес следующей микрокоманды текущей микропрограммы запоминается в регистре адреса возврата мультиплексного канала (РВМ) или в регистре адреса возврата селекторного канала (РВС) в зависимости от того, в каком канале выполняется микропрограммная процедура операции ввода – вывода. В конце выполнения микропрограммной процедуры операции ввода – вывода запомненный адрес возвращается в регистр адреса постоянной памяти (РАПП) для продолжения приостановленной микропрограммы, начиная с этого адреса.

Блок регистров. Блок регистров, входящий в ЦП (см. рис. 1.4), содержит адресные регистры, регистры общего и специального назначений. Передача информации между регистрами ЦП осуществляется через систему однобайтовых шин А, В, С и арифметический блок.

Адресные регистры МФЕ, ГРИ, ПТУ хранят адреса команд и операнды, а также используются для хранения любой другой информации. Регистры общего назначения Л и Д хранят информацию, участвующую в процессе выполнения микропрограмм.

Во время работы процессора в различных блоках генерируется служебная информация, отражающая состояние этих блоков и выполняемой программы. Эта информация фиксируется в восьмиразрядных регистрах служебного назначения: БК, БР, БС, БД, БЗ, О.

Регистр БК используется для приема и хранения запросов на внешние прерывания. В регистре БР хранятся маски системы, маски контроля машины и запросы на прерывания по вводу–выводу. В регистре БС запоминаются признаки сбоя по адресации и защите памяти, универсальные указатели и коды условия выполнения команд. Во время выполнения микропрограммных процедур операции ввода–вывода или микропрограмм пульта управления в разрядах 2–5 регистра БС хранится признак работы канала или пульта управления. Регистр БД фиксирует и хранит информацию, отражающую состояние различных блоков процессора (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Название	Назначение
Триггер центрального процессора (ТЦП)	Указывает, что ЦП выполняет канальную микропрограмму
Триггер первоначальной загрузки	указывает, что ЦП выполняет процедуру загрузки программы (ТПЗП) ПЗП
Триггер ждущего состояния	Состояние этого триггера определяется 14 (ТЖС) разрядом ССП. Указывает, что ЦП находится в состоянии ожидания
Триггер гашения системы (ТГС)	Указывает, что ЦП выполняет процедуру гашения системы
Триггер останова (ТОСТ)	Указывает, что ЦП находится в состоянии останова
Триггер ручной работы (ТРУЧ)	Указывает, что ЦП выполняет микропрограммы ПУ
Триггер контроля работы	Устанавливается при обнаружении ошибки в работе

машины (ТКТРМ)	процессора. Когда ТКТРМ установлен, в РАПП заносится фиксированный адрес (008), с которого начинается микропрограмма обработки ошибки ЦП
Триггер 1 сбоя ЦП (ТПСВ)	Устанавливается при обнаружении схемами процессора ошибки. Установленное состояние этого триггера является причиной для полного останова процессора (тяжелый останов), если схемы контроля обнаружат повторный сбой

Регистр О хранит информацию об ошибке, обнаруженной во время работы ЦП.

Блок арифметический осуществляет однобайтовую обработку информации, а также служит для передачи данных из одного регистра процессора в другой. Работой БА управляет группа полей микрокоманды УПРАВЛЕНИЕ БА. За один машинный такт может выполняться одна из 15 микроопераций по прямой или косвенной функции. В первом случае операция определяется кодом, указанным в поле микрокоманды ФУНКЦИЯ БА, во втором – кодом, указанным в регистре косвенной функции. Указание на выполнение косвенной функции дается в поле ФУНКЦИЯ БА. Арифметические операции выполняются над операндами, представленными как в двоичной, так и в десятичной системах счисления. Блок арифметический состоит из ряда взаимосвязанных узлов, управляемых полями микрокоманды или специальными сигналами управления.

Регистры А и Б являются входными девятиразрядными информационными регистрами: восемь разрядов информационных, один контрольный – и предназначены для приема и хранения в течение одного или нескольких машинных тактов информации, обрабатываемой блоком арифметическим. Узел управления вырабатывает серии сигналов, управляющих работой всех узлов блока арифметического. Его управление осуществляется группой полей микрокоманды УПРАВЛЕНИЕ БА. Способы передачи содержимого регистра В через арифметический блок определяются полем ДЕФОРМАЦИЯ В.

Результат выполнения текущей операции арифметического блока устанавливается в выходном информационном однобайтовом регистре С, а условия выполнения фиксируются в байте состояния арифметического блока. Байт состояния арифметического блока содержит различные индикаторы: ПЕРЕНОС, ПЕРЕПОЛНЕНИЕ, НЕ ЦИФРА и др. Индикаторы бита состояния арифметического блока могут быть проанализированы с помощью полей УСЛО и УСЛ1 и в зависимости от состояния анализируемого индикатора выполняются переходы в микропрограммах.

Блок защиты памяти. Защита содержимого основной памяти как в режиме записи, так и в режиме чтения, осуществляется с помощью блока защиты и памяти ключей. При обращении к оперативной памяти центральный процессор использует ключ защиты в текущем ССП, при выполнении операций ввода – вывода используется ключ защиты, содержащийся в УСУ, связанном с данной операцией. Этот ключ защиты указывается программой и записывается в УСУ при его формировании. При обращении к оперативной памяти ключ защиты, связанный с обращением к этой памяти, сравнивается с ключом памяти, связанным с заданной областью оперативной памяти и автоматически извлекаемым из памяти ключей. Доступ к ОП для обращения к операндам или командам возможен только при соответствии обоих ключей друг другу,

т. е. четыре старших разряда ключа памяти равны соответствующим разрядам ключа защиты или если ключ защиты равен нулю. Пятый, младший разряд ключа памяти определяет способ защиты оперативной памяти. Если он равен единице, то защита оперативной памяти осуществляется по чтению и записи, если нулю – только по записи, т. е. в этом случае возможно чтение информации из оперативной памяти.

1.3. ПРЕРЫВАНИЯ

Программа процессора выполняется под управлением слова состояния программы. Общее назначение ССП (см. приложение 2) состоит в управлении порядком выборки команд, а также фиксации и индикации состояния системы по отношению к выполняемой программе. ССП, используемое в данный момент, называется текущим.

Состояние процессора определяется четырьмя парами так называемых программных состояний: останов или работа; счет или ожидание; прерывание замаскировано или прерывание разрешено;

супервизор или задача. В состоянии «останов» операции ввода – вывода продолжают выполняться, однако новые операции ввода – вывода не могут быть начаты. В состоянии «ожидание» процессор не выполняет команд, но внешние прерывания, прерывания по вводу – выводу воспринимаются и обрабатываются.

Процессор может быть замаскирован для системных (разряды 0–7 ССП) и программных (разряды 36–39 ССП) прерываний, а также от схем контроля машин (13 разряд ССП), т. е. для каждой группы прерываний процессор может быть в состоянии «прерывание замаскировано» (если не установлена маска данной группы) или в состоянии «прерывание разрешено» (если маска данной группы в ССП установлена). Замаскированные системные прерывания сохраняются для обработки в дальнейшем, в то время как замаскированные программные прерывания и прерывания по контролю машины игнорируются. Работа процессора может быть прервана при наличии соответствующих запросов на прерывание, если соответствующий разряд маски равен 1.

Система прерывания позволяет процессору изменить свое состояние при появлении условий, требующих внимания процессора, возникающих вне системы, во внешних условиях или в самом процессоре.

Имеются пять классов прерываний:

- прерывание по контролю машины (от схем контроля машины);
- прерывание по ошибкам программы (программное прерывание);
- прерывание при обращении к супервизору (вызов супервизора);
- прерывание по сигналам от внешних источников (внешние прерывания);
- прерывание по вводу – выводу.

Все ситуации, вызвавшие прерывания данного класса, обрабатываются отдельными программами супервизора. Каждому классу прерывания соответствует два ССП, которые называются «старым» и «новым» и размещаются в ячейках постоянно распределенной области основной памяти (см. приложение 2).

При выполнении прерывания по вводу – выводу в оперативную память заносится

дополнительная информация о состоянии канала—слово состояния канала (ССК), которое формируется микропрограммно при возникновении условий прерывания по вводу — выводу.

1.4. СИНХРОНИЗАЦИЯ

Согласование работы всех блоков и устройств процессора обеспечивается пятью сериями синхроимпульсов:

- исходными серии С;
- главными серии ГИ;
- рабочими серии ТИ, ХИ, СИ.

Каждая серия состоит из четырех импульсов, соответствующих одному машинному такту, например ТИ1, ТИ2, ТИ3, ТИ4. Длительность, период следования и последовательность синхроимпульсов в пределах серии одинаковы для всех серий и определяются исходными синхроимпульсами серии С. Длительность импульса составляет 200 нс, период следования — 1 мкс.

Синхроимпульсы серии С вырабатываются непрерывно и используются для формирования главных и рабочих синхроимпульсов. Из исходных импульсов С одновременно вырабатываются главные ГИ и одна из трех рабочих серий ТИ, ХИ, СИ синхроимпульсов. Главные синхроимпульсы ГИ разводятся во все блоки и устройства процессора.

Синхроимпульсы серии ТИ обеспечивают управление устройством микропрограммного управления. Они вырабатываются только для выполнения микрокоманд. Когда выполняется микрокоманда, всегда присутствуют синхроимпульсы серии ТИ, при их отсутствии микрокоманда не выполняется.

Синхроимпульсы серии ХИ вырабатываются для изменения последовательности выполнения микропрограмм (переключение микропрограмм).

Синхроимпульсы серии СИ вырабатываются для обмена данными между селекторным каналом и оперативной памятью. При этом работа устройства микропрограммного управления блокируется.

При выработке синхроимпульсов любой из рабочих серий всегда присутствуют главные синхроимпульсы ГИ, обеспечивающие синхронную работу всех блоков процессора.

Состояние процессора, при котором запрещена выработка главных синхроимпульсов ГИ, называется тяжелым остановом процессора. Причиной тяжелого останова может быть повторный сбой оборудования процессора или невозможность процессора выполнять дальнейшую обработку программы, например ошибка при выполнении программы ПЗП (IPL). После устранения причины, вызвавшей тяжелый останов процессора, работа на модели начинается с выполнения процедуры гашения системы.

Глава 2. ОРГАНИЗАЦИЯ ВВОДА – ВЫВОДА В ЭВМ ЕС-1020

Каналы ввода – вывода (в дальнейшем просто каналы) представляют собой специальное оборудование, предназначенное для управления выполнением операций передачи информации между ОП процессора ЭВМ ЕС-1020 и внешними устройствами.

Управление работой ВУ стандартизовано, при этом определены структура и набор команд, управляющих сигналам и информационным слов, применяемых для управления любым ВУ независимо от его характеристик.

Стандартный набор информационных и управляющих сигналов преобразуется к виду, обеспечивающему управление работой конкретного ВУ, устройством управления (УВУ). Стандартизация управляющей информации и сигналов позволяет подключать ВУ разных типов через УВУ к каналам. УВУ подключаются к каналам через стандартный интерфейс (см. гл. 3).

Выполнение операций ввода–вывода (ОВВ) начинается в канале по командам управления каналами. Управляющая информация, полученная каналом, преобразуется в последовательность сигналов, поступающих в УВУ. Канал осуществляет запуск УВУ на выполнение команды ввода или вывода информации. УВУ формирует запросы на передачу информации, анализируемые и обслуживаемые каналом. Если в УВУ возникают сигналы, которые необходимо передать в ЦП (например, сигнал об окончании ОВВ), то канал преобразует эти сигналы в стандартную форму, удобную для дальнейшего использования в ЦП.

2.1. ОПЕРАЦИИ ВВОДА–ВЫВОДА

ЦП начинает работу по выполнению операции ввода – вывода указанием используемого канала, ВУ и начального адреса программы канала, состоящей из одного или последовательности командных слов канала (КСК). Каждое КСК этой программы определяет выполняемую ОВВ, область использованной оперативной памяти и действия, которые должны произойти после завершения указанной ОВВ.

В системе ввода – вывода ЕС ЭВМ выполняется шесть основных ОВВ: считывание, запись, считывание в обратном направлении, управление, уточнение состояния и переход в канал.

При выполнении операции считывания и считывания в обратном направлении информация передается из ВУ в оперативную память; операции записи–из оперативной памяти в ВУ. Операция управления передает управляющую информацию (приказ) в УВУ, которое декодирует и выполняет ее без передачи данных. Операции записи и управления обрабатываются каналом одинаково.

Канал сигнализирует ЦП об окончании операции ввода – вывода посредством прерываний по вводу – выводу. Информация состояния, формируемая при выполнении операции ввода – вывода, вызвавшей прерывание, запоминается в виде слова состояния канала (см. п. 2.4.). Дополнительная информация о причине прерывания, зависящая от устройства, обеспечивается УВУ и доступна ЦП посредством операции уточнения состояния. Операции считывания и уточнения состояния выполняются каналом одинаково.

КСК программы канала обычно располагаются в смежных ячейках оперативной памяти. Связь предыдущего КСК с последующим определяется специальными признаками (флажками). После окончания выполнения одного КСК канал переходит к следующему КСК или заканчивает работу в зависимости от того, какие разряды признаков указаны в последнем выполненном КСК. Если программа канала расположена не в смежных областях оперативной памяти, то для связи ее частей используется специальная команда ПЕРЕСЛАТЬ В КАНАЛ (ПВК).

Все операции ввода – вывода инициируются ЦП с помощью команды НАЧАТЬ ВВОД–ВЫВОД. В системе команд ЕС ЭВМ имеются также команды управления каналами, которые проверяют канал, останавливают ОВВ или проверяют состояние ВУ.

2.2. ОРГАНИЗАЦИЯ КАНАЛА

Канал определяет направление передачи и управляет потоком информации, передающейся между ЦП и ВУ, позволяет осуществлять ОВВ одновременно с другими операциями (рис. 2.1), выполняет различные функции, большинство из которых требует логических возможностей и запоминающих средств.

Логические возможности канала должны обеспечивать модификацию адреса данных, подсчет, упаковку и распаковку данных, передачу данных между оперативной памятью и ВУ.

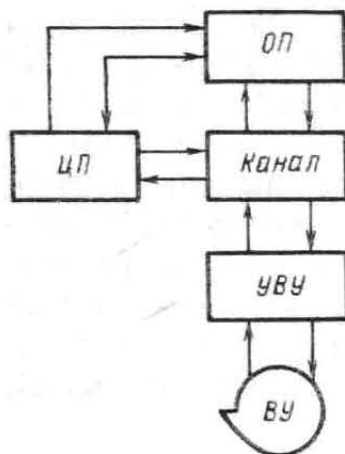


Рис. 2.1. Связь канала с ЦП, ОП и ВУ

Запоминающие средства канала включают счетчик данных, адрес ОП для передачи данных, адрес текущей команды канала и другие средства для хранения информации о состоянии канала и ВУ.

Каждый канал выполняет следующие функции:

прием команд управления каналами из ЦП;

адресацию ВУ, указанного командой;

выборку КСК из хранящейся в оперативной памяти программы канала;

декодирование КСК;

проверку КСК на действительность;

выполнение действий, заданных КСК;

установку управляющих сигналов на шинах интерфейса ввода – вывода.
 прием управляющих сигналов, поступающих от ВУ по шинам интерфейса;
 передачу информации между оперативной памятью и ВУ;
 проверку на четность передаваемой информации;
 подсчет количества передаваемых байт;
 прием и обработку информации о состоянии ВУ;
 формирование запросов в ЦП на прерывание;
 выполнение и управление последовательностью прерываний от ВУ.

2.2.1. ТИПЫ КАНАЛОВ

ЭВМ ЕС-1020 включает два типа каналов—мультиплексный и селекторный, которые отличаются возможностью обслуживания нескольких ВУ одновременно. Каждый канал имеет логические схемы и внутренние регистры, предназначенные для хранения и обработки следующей информации: ключа защиты; адреса данных; кода операции (команды); признаков КСК; счетчика байт; состояния канала; адреса следующего КСК.

Мультиплексный канал. Мультиплексный канал КМ обеспечивает обмен информацией с ВУ, работающими с относительно малой и средней скоростью передачи данных (табл. 2.1.), причем одновременно через канал может передаваться только один байт.

Мультиплексный канал может работать в мультиплексном и монопольном режимах передачи данных (рис. 2.2.).

Таблица 2.1

Тип ВУ	Идентификатор ВУ	Техническая скорость ВУ	Скорость передачи данных через канал, Байт/с
Ввод перфокарт	ЕС-6012	500 карт/мин	670–1340
Ввод перфоленты	ЕС-6022	1500 строк/с	1500
Вывод перфокарт	ЕС-7010	100 карт/мин	140–280
Вывод перфоленты	ЕС-7022	150 строк/с	150
Устройство печати	ЕС-7032	900 строк/мин	до 1920
Пишущая машинка	ЕС-7070	10 знаков/с	10

В мультиплексном режиме средства канала распределяются во времени для обслуживания нескольких одновременно работающих ВУ, информация с каждым из которых обменивается со скоростью, определяемой быстродействием ВУ. В то время, когда одно ВУ связано с каналом для передачи информации в оперативную память или из нее, другие ВУ могут выполнять действия, не требующие использования средств канала (например, печать или перфорацию ранее принятой информации, считывание информации с внешнего носителя и др.). В мультиплексном режиме выполнение операции ввода – вывода разделено на короткие интервалы времени, в каждом из которых между ВУ и оперативной

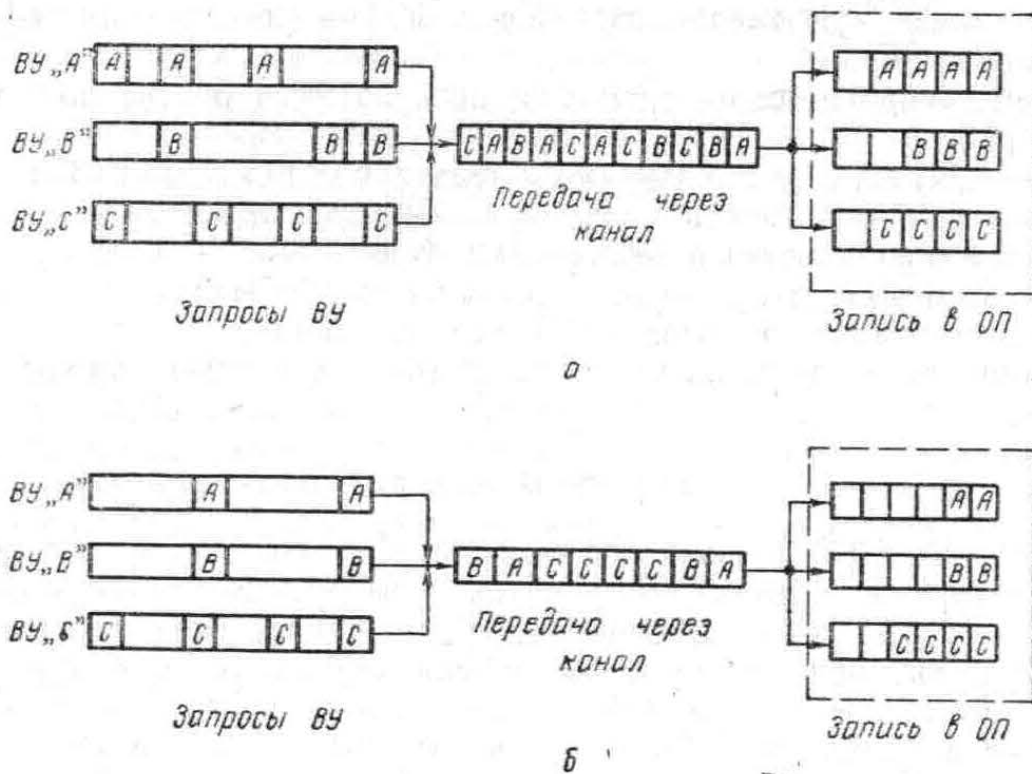


Рис. 2.2. Передача данных в КМ: а—мультиплексный режим; б—монопольный режим

памятью в зависимости от типа ВУ последовательно передается один или несколько байт информации, связанных с выполняемой операцией. Интервалы времени, относящиеся к обслуживанию различных ВУ, чередуются в порядке поступления запросов на обслуживание. При одновременном возникновении запросов в нескольких ВУ их обслуживание осуществляется в порядке приоритета, определяемого быстродействием ВУ и его максимально возможным временем ожидания удовлетворения запроса на передачу данных.

Пропускная способность мультиплексного канала ЭВМ ЕС-1020 в мультиплексном режиме составляет 16–25 кбайт/с. Число одновременно работающих ВУ в мультиплексном режиме определяется пропускной способностью канала. Суммарная скорость передачи информации всех одновременно работающих в мультиплексном режиме ВУ не должна превышать пропускной способности мультиплексного канала.

В монопольном режиме ВУ занимает (монополизирует) оборудование КМ и ЦП до конца выполнения операции ввода-вывода. В связи с этим ЦП не может одновременно с передачей данных в монопольном режиме выполнять другие операции. Пропускная способность мультиплексного канала в монопольном режиме — около 200 кбайт/с.

Средства канала, используемые для хранения управляющей информации, необходимой для выполнения отдельной ОВВ, называются подканалом. Каждый подканал может управлять работой одного ВУ или группы ВУ с одним общим УВУ. В последнем случае в каждый данный момент времени операция передачи данных может выполняться только в одном ВУ. Подканалы первого типа называются неразделенными, второго — разделенными. Первые восемь подканалов КМ ЭВМ ЕС-1020 являются разделенными и

могут управлять работой до 128 ВУ. Остальные подканалы– неразделенные, каждый из которых может управлять работой только одного ВУ.

В качестве подканалов КМ используется мультиплексная область оперативной памяти. В табл. 2.2 приведена зависимость числа подканалов и ВУ, подключаемых к мультиплексному каналу, от объема оперативной памяти.

Таблица 2.2

Объем ОП, кбайт*	Объем МП, байт	Число подканалов			Число в адресуемых ВУ подканале			Число одновременно работающих ВУ
		неразделенных	разделенных	всего	неразделенном	разделенном	всего	
64	768	40	8	48	40	128	168	48
128	1792	104	8	112	104	128	232	112
256	1792	104	8	112	104	128	232	112

*к = 1024.

Селекторные каналы. Селекторные каналы (КС) обеспечивают обмен информацией с ВУ, работающими с относительно высокой скоростью передачи данных, таких, например, как запоминающее устройство на магнитном диске ЕС-5056 и др. Каждый селекторный канал содержит всего один подканал и может выполнять одновременно только одну операцию ввода–вывода.

Селекторные каналы почти независимы от остального оборудования ЦП. Для передачи данных они используют только циклы оперативной памяти и, следовательно, вмешательство каналов в работу ЦП минимальное. При окончании ОБВ и выполнении зацеплений частично применяется оборудование ЦП. Пропускная способность КС – до 250 кбайт/с.

2.3. СТАТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КАНАЛОВ

Статические свойства каналов включают адресацию ВВ, команды управления каналами и команды канала.

Адресация ввода – вывода ВУ и путь доступа к нему через канал определяются 16-разрядным двоичным адресом а1 а2 а3 а4 а5 а6 а7 а8 в1 в2 в3 в4 с1 с2 с3 с4. При этом разряды а1–а5 не используются, а разряды а6 а7 а8 указывают адрес канала, причем адрес 000 присвоен мультиплексному каналу, адреса 001 и 010– первому и второму селекторным каналам. Адреса 011–111 в ЭВМ ЕС-1020 рассматриваются как недействительные. Восемь младших разрядов в1 в2 в3 в4 с1 с2 с3 с4 определяют соответственно адреса УВУ и ВУ, подсоединенных к каналу. В селекторном канале адреса ВУ могут быть любые от 0000 0000 до 1111 1111. В мультиплексном канале в разряде в) указывается тип подканала: неразделенный (при в1 = 0) или разделенный (при в1 = 1). При в1 = 0 семь младших разрядов (в2 в3 в4 с1 с2 с3 с4) определяют 128 неразделенных подканалов и ВУ, связанных с ними. При в1 = 1 разряды в2 в3 в4 определяют 8 разделенных подканалов, к каждому из которых может быть подключено до 16 ВУ с адресами, определяемыми разрядами с1 с2 с3 с4. К каждому неразделенному подканалу подключается одно ВУ, адрес которого может быть любым от 0000 0000 до 0111 1111. К каждому разделенному подканалу (с адресом 000–111) может быть подключено до 16 ВУ с адресами 0000–1111, которые

подключаются к каналу через общее УВУ, адрес которого совпадает с адресом подканала.

В табл. 2.3. приведено несколько типовых адресов ввода-вывода. Система ввода - вывода дополнительно позволяет подсоединять некоторые УВУ к двум каналам одной или разных ЭВМ ЕС-1020, причем в каждом канале это УВУ может иметь разные адреса. Пример адресации к ВУ в канале с адресом а6 а7 а8 показан на рис. 2.3.

Таблица 2.3

Тип канала	Адрес канала и ВУ в двоичной системе		Адрес канала и ВУ в шестнадцатеричной системе		Примечание
	канал	ВУ	канал	ВУ	
КМ	00000000	00001111	00	0F	Неразделенное ВУ КМ
КМ	00000000	1000 XXXX	00	8X	Разделенное ВУ КМ
КС1	00000001	1001 XXXX	01	9X	Разделенное ВУ КС1
КС2	00000010	1000 XXXX	02	8X	Разделенное ВУ КС2

Команды управления каналами. Каналы используют четыре привилегированные команды ЦП для начала и останова работы ВУ, а также для селективной проверки состояний канала и ВУ. Все команды управления каналами имеют формат, показанный на рис. 2.4.

Действительный адрес ввода-вывода, сформированный как сумма содержимого регистра VI и поля D1, определяет адрес ввода - вывода. Этот адрес используется следующим образом (рис. 2.5).

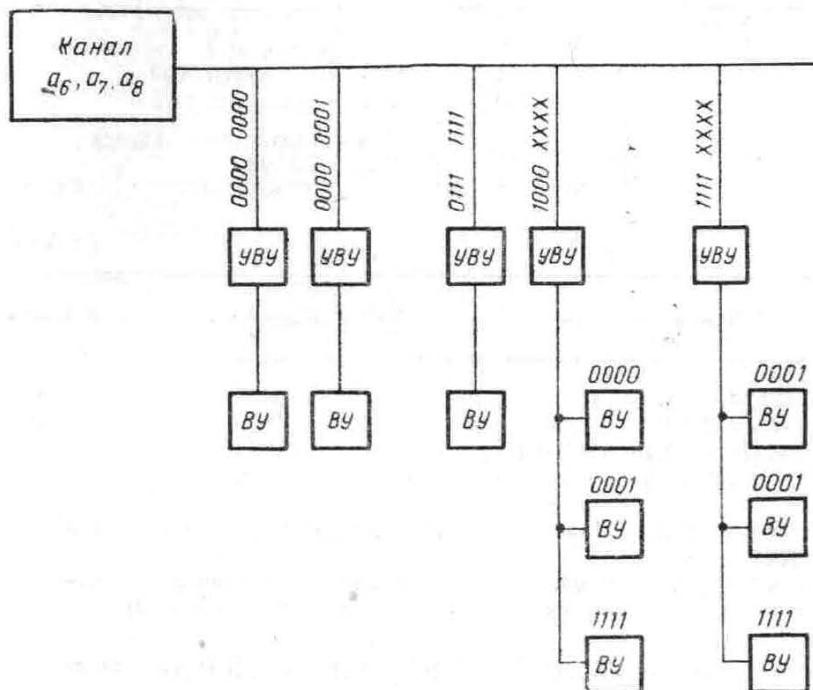


Рис. 2.3. Адресация внешних устройств в канале

Разряды 0-15 действительного адреса игнорируются ЦП. В поле адреса канала у ЭВМ ЕС-1020 используются только разряды 21-23 (табл. 2.4). Перечень, мнемоника и

коды команд, применяемых в ЭВМ ЕС-1020 для управления каналами, приведены в табл. 2.5.

КОП				B1		D1	
0	7	8	15	16	19	20	31

Рис. 2.4. Формат команды управления каналами

				Адрес канала		Адрес ВУ	
0	7	8	15	16	23	24	31

Рис. 2.5. Формат адреса канала и ВУ

Команда НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД (5/0) начинает любую операцию ввода-вывода в ВУ и в подканале, указанном действительным адресом. Команда устанавливает КУ, используемый для определения состояния адресуемого ВУ и канала или для подтверждения принятия команды.

Если команда 5/0 принята каналом, то из 4-байтового адресного слова канала (АСК), расположенного в оперативной памяти по фиксированному адресу 72 (48/16), считывается ключ

Таблица 2.4

Разряды			Каналы
21	22	23	
0	0	0	Мультиплексный
0	0	1	Первый селекторный
0	1	0	Второй селекторный
0	1	1	Недействительные адреса
...	Для ЕС-1020
1	1	1	

Таблица 2.5

Название команды	Мнемоника	Код операции
НАЧАТЬ ВВОД-ВЫВОД	SIO	9C
ПРОВЕРИТЬ ВВОД-ВЫВОД	TIO	9D
ОСТАНОВИТЬ ВВОД-ВЫВОД	NIO	9E
ПРОВЕРИТЬ КАНАЛ	TCH	9F

Примечания: 1. При выполнении каждой команды устанавливается код условия (КУ).
2. Все команды управления каналами являются привилегированными и выполняются только на супервизорном уровне (при ССП (15) = 0).

защиты и адрес первого КСК программы канала (рис. 2.6). Канал использует ключ защиты при обращении к блокам оперативной памяти, точно так же, как используется ключ защиты, указанный в ССП.

Ключ		0000		Адрес первого КСК	
0	3	4	7	8	31

Рис. 2.6. Формат АСК

Команда ПРОВЕРИТЬ ВВОД-ВЫВОД (770) проверяет состояние системы ВВ и устанавливает соответствующий КУ.

Команда ОСТАНОВИТЬ ВВОД-ВЫВОД (НЮ) останавливает операцию ВВ в канале и в ВУ и в зависимости от условий прекращения операции ВВ устанавливает соответствующий код условия.

Команда ПРОВЕРИТЬ КАНАЛ {ТСН} проверяет адресуемый канал и в зависимости от его состояния устанавливает соответствующий КУ. Эта операция не влияет на состояние канала.

Команды канала. Командное слово канала обеспечивает информацию каналу для операции ввода-вывода, которая должна выполняться. КСК может размещаться в любом месте оперативной памяти, лишь бы оно находилось на границе двойного слова. Адрес первого КСК в цепочке КСК указывается в АСК, которое выбирается во время выполнения команды SIO. Формат КСК показан на рис. 2.7.

КОП	Адрес данных	Признаки	000		Счетчик байт
0 7	8 31	32 36	37 39	40 47	48 63

Рис. 2.7. Формат КСК

Поля КСК определяются следующим образом:

Таблица 2.6

ПОЛЕ	НОМЕРА РАЗРЯДОВ	ФУНКЦИЯ
КОД КОМАНДЫ	0-7	ОПРЕДЕЛЯЕТ ВЫПОЛНЯЕМУЮ ОПЕРАЦИЮ
АДРЕС ДАННЫХ	8-31	ОПРЕДЕЛЯЕТ НАЧАЛО ИЛИ КОНЕЦ ОБЛАСТИ ДАННЫХ В ОП
ПРИЗНАК ЦЕПОЧКИ ДАННЫХ (ЦД)	32	ОПРЕДЕЛЯЕТ ЗАЦЕПЛЕНИЕ ПО ДАННЫМ
ПРИЗНАК ЦЕПОЧКИ КОМАНД (ЦК)	33	ОПРЕДЕЛЯЕТ ЗАЦЕПЛЕНИЕ ПО КОМАНДЕ
ПРИЗНАК ПОДАВЛЕНИЯ ИНДИКАЦИИ НЕВЕРНОЙ ДЛИНЫ (ПИД)	34	ОПРЕДЕЛЯЕТ, КОГДА ДОЛЖНО СООБЩАТЬСЯ УСЛОВИЕ НЕВЕРНОЙ ДЛИНЫ
ПРИЗНАК БЛОКИРОВКИ ЗАПИСИ (БЗП)	35	БЛОКИРУЕТ ПЕРЕДАЧУ ИНФОРМАЦИИ В ОП
ПРИЗНАК ПРОГРАММНО УПРАВЛЯЕМОГО ПРЕРЫВАНИЯ (ПУП)	36	ВЫНУЖДАЕТ КАНАЛ ГЕНЕРИРОВАТЬ ЗАПРОС НА ПРЕРЫВАНИЕ, КОГДА ОН СЧИТЫВАЕТ КСК, СОДЕРЖАЩЕЕ ЭТОТ
-	37-39	ДОЛЖНЫ БЫТЬ НУЛЕВЫМИ
-	40-47	ИГНОРИРУЮТСЯ КАНАЛОМ
СЧЕТЧИК БАЙТ	48-63	ОПРЕДЕЛЯЕТ ЧИСЛО БАЙТ, КОТОРОЕ ДОЛЖНО БЫТЬ ПЕРЕДАНО ПО ЭТОМУ КСК

Как уже отмечалось, некоторые команды ввода-вывода являются для канала одинаковыми. Канал определяет только четыре различные операции: вывод (для команд записи и управления), ввод (для команд считывания и уточнения состояния), ввод в обратном направлении (для команды считывания в обратном направлении) и переход в канал (для передачи команды каналу).

Для идентификации операции и начала требуемой обработки в канале канал использует четыре младших разряда поля кода команды. Однако все восемь разрядов кода команды посылаются в ВУ при выполнении любой операции, за исключением команды ПВК, полностью выполняемой в канале. Старшие разряды кода команды используются как разряды модификатора и изменяются в зависимости от типа устройств. Значения кодов команд, выполняемых каналами, приведены в табл. 2.7.

По команде ЗАПИСАТЬ передаются данные из оперативной памяти в адресуемое ВУ. Байты данных выбираются из оперативной памяти в порядке возрастания адресов. Первый (начальный) байт является байтом, адресованным полем адреса данных в КСК.

Таблица 2.7

Код команды*	Команды
XXXX 0000	НЕДЕЙСТВИТЕЛЬНАЯ КОМАНДА
MMMM 0100	УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ

XXXX 1000	ПЕРЕСЛАТЬ В КАНАЛ
MMMM MM01	ЗАПИСАТЬ
MMMM MM10	СЧИТАТЬ
MMMM MM11	УПРАВЛЕНИЕ
*X – значение разряда безразлично; M – разряды модификатора.	

По команде СЧИТАТЬ данные передаются из адресуемого ВУ в оперативную память. Ячейки оперативной памяти заполняются информацией в порядке возрастания адресов, начиная с адреса, указанного в адресном поле КСК.

По команде СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ данные передаются из ВУ в оперативную память в порядке убывания адресов, начиная с адреса, указанного в адресном поле КСК. Эта команда предназначена для работы с ВУ типа МЛ, которые позволяют перемещать носитель информации в прямом и обратном направлениях.

Команда УПРАВЛЕНИЕ используется для инициирования операции ввода-вывода в ВУ, которая не связана с передачей данных. Для большинства операций управления характер операции определяется разрядами модификатора в коде команды, хотя в некоторых случаях операция управления требует передачи дополнительной управляющей информации из ячеек ОП, указанных в адресном поле КСК.

Команда УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ обеспечивает передачу в канал информации о состоянии адресуемого ВУ. Обычно эта команда используется при необычных условиях в ВУ и требовании дополнительной информации ЦП. Например, если операционная система определила, что печатающему устройству нужна бумага, оператору посылается сообщение, информирующее его о возникшей ситуации. Точные характеристики каждого из условий уточнения состояния описываются в соответствующей технической документации по каждому конкретному УВУ.

Команда ПЕРЕСЛАТЬ В КАНАЛ указывает каналу на необходимость выбора следующего КСК по адресу, указанному в поле адреса данных КСК, содержащего команду ПВК. Первое КСК программы канала, адрес которого указан в АСК, а также КСК, адресуемое командой ПВК, не должно указывать переход в канале.

Признаки КСК рассматриваются в п. 2.4.

2.4. ОПЕРАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА КАНАЛОВ

Операционные свойства каналов включают состояние системы ввода-вывода, организацию выполнения ОБВ, программирование работы каналов и обработку прерываний по вводу-выводу.

Состояние системы ввода-вывода определяется совместно с состояниями канала, подканала и ВУ. Каждый из этих компонентов может допускать только одно из четырех возможных состояний, которые влияют на ответ, генерируемый системой ввода-вывода в ответ на команду управления каналами (табл. 2.8). Если ответ на команду может быть определен из состояния канала или подканала, то сведения о состоянии других компонентов системы ВВ не запрашиваются.

Таблица 2.8

Состояние	Компонент	Описание
Доступен (Д)	Канал, подканал или ВУ	Другие состояния отсутствуют

Хранит прерывание (П)	Канал	Имеется запрос на немедленное прерывание ВВ от канала
	Подканал	Имеется информация для прерывания в подканале
Работает (Р)	ВУ	Устройство хранит информацию для прерывания
	Канал	Канал работает в монопольном режиме
	Подканал	Подканал выполняет какую-то операцию
Неработоспособен (Н)	ВУ	ВУ выполняет одну операцию ВВ
	Канал, подканал или ВУ	Неработоспособен

Из 64 возможных состояний идентифицируется 10 основных, которые более подробно описаны в работе [9] и перечислены с установками соответствующих КУ в табл. 2.9.

Организация выполнения операции ввода-вывода. Прежде чем начать операцию ввода-вывода по передаче данных между ВУ и оперативной памятью, должны быть выполнены следующие действия:

составлена программа канала (сформированы соответствующие КСК);

подготовлено АСК в ячейке 72 оперативной памяти, т. е. записаны ключ защиты (если он применяется) и адрес первого КСК программы канала;

переданы адреса канала и устройства в универсальный регистр (В1) для команды SIO.

Сама ОВВ, связанная с передачей данных через канал, выполняется в три этапа. На первом этапе ОВВ инициируется с помощью команды S/0, которая производит следующие действия:

Таблица 2.9

Состояние системы ВВ	Условное обозначение	КУ			
		SIO	TIO	HIO	TCH
Доступен	ДДД	0, 1*	0	1*	0
Хранится прерывание в ВУ	ДДП	1*	1*	1*	0
ВУ работает	ДДР	1*	1*	1*	0
ВУ неработоспособно	ДДН	3	3	3	0
Подканал хранит информацию для прерывания:	ДПХ**				
Для адресуемого ВУ		2	1*	0	0
Для другого ВУ		2	2	0	0
Подканал работает:	ДРХ**				
С адресуемым ВУ		2	2	1*	0
С другим ВУ		2	2	1*	0
Подканал неработоспособен	ДНХ**	3	3	3	0
Канал хранит прерывание	ПХХ**	См. прим.		2	1
Канал работает:	РХХ**				
С адресуемым ВУ		2	2	2	2
С другим ВУ		2	2	2	2
Канал неработоспособен	НХ**	3	3	3	3

Примечания:

1.* ССК или часть его запоминается в ячейке 64 (40/16) во время выполнения команды;

** Индекс X рядом с Д, П, Р и Н указывает на то, что состояние соответствующих компонент несущественно. Например, состояние ДПХ означает состояния: ДПД, ДПП, ДПР или ДПН; состояние ПХХ означает 16 состояний, ряд которых никогда не возникает.

2. Для выполнения команд SIO, TIO, NIO канал, продолжающий хранить прерывание, является таким же, как и канал в состоянии «доступен» и установка КУ зависит от состояния подканала и устройства. КУ для состояния ПХХ такие же, как и для состояния РХХ, где X означает состояние подканала и ВУ.

проверяет выполнение команды 5/0 на супервизорном уровне (ССП15=0);

проверяет номер канала на действительность согласно данным табл. 2.4;

проверяет состояние канала;

если канал свободен, выбирает АСК и проверяет его на действительность, при этом:

а) адрес КСК в АСК не должен превосходить максимальный адрес оперативной памяти модели (0–5 разряды старшего байта адреса КСК должны быть равны нулю);

б) начальный адрес КСК должен находиться на целочисленной границе двойного слова (три младших разряда адреса КСК должны быть равны нулю);

в) разряды 4–7 АСК должны быть нулевыми;

выбирает КСК и проверяет его на действительность, при этом:

а) первое КСК в программе канала не должно содержать команду ПЕРЕСЛАТЬ В КАНАЛ (при зацеплении по команде два смежных КСК также не должны содержать команды ПВК);

б) разряды 0–5 старшего байта адреса данных должны быть равны нулю;

в) разряды 37–39, определяющие формат КСК, должны быть равны нулю;

г) код операции не должен содержать нули в четырех младших разрядах;

д) содержимое счетчика байт не должно равняться нулю независимо от кода операции в КСК;

по содержимому АСК и КСК формирует управляющее слово устройства;

запускает ВУ и анализирует его состояние, после чего или выполняется зацепление по команде (если в предыдущем КСК был задан признак ЦК), или устанавливается определенный КУ в ССП (если выполняется последнее в цепочке КСК), или начинается передача данных под управлением последнего КСК.

На втором этапе осуществляется передача данных в монопольном или в мультиплексном режиме в зависимости от типа канала и ВУ. При этом производятся следующие действия:

ведется передача данных;

выполняется зацепление по данным (если задан признак ЦД в КСК);

определяется необходимость окончания операции ввода–вывода.

На третьем этапе заканчивается текущая операция ввода–вывода и в канал посылаются сведения об окончании операции на данном ВУ. При этом:

после окончания передачи данных и освобождения интерфейса в канал передается состояние ВУ с указателем КАНАЛ КОНЧИЛ (КК);

после выполнения ОВВ устройством в канал передается состояние ВУ с

указателем УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО (УК);

канал устанавливает запрос на прерывание по вводу-выводу.

Если прерывание по вводу-выводу разрешается (соответствующий разряд маски в ССП равен единице), запоминается ССК и осуществляется смена ССП. Прерывание для канала считается обработанным, когда ССК записано в оперативную память. Если в текущем КСК была задана цепочка команд, то состояние ВУ с признаками КК и УК анализируется на наличие ошибок при выполнении операции ввода-вывода. Если ошибки обнаруживаются, то цепочка команд подавляется. Если ошибок нет, выполняется зацепление по команде (выполняются действия, начиная с выборки КСК и т. д.). КУ при зацеплении не устанавливается.

Операция ввода-вывода может быть закончена во время инициирования, в середине ее выполнения или после того, как она завершена на ВУ.

Окончание ОВВ во время инициирования ввода-вывода вызывается ошибками в программе канала и указывается с помощью КУ в ССП. Окончание ввода-вывода в других случаях вызывает прерывание по вводу-выводу. Окончание ОВВ обычно идентифицируется двумя указателями: КК и УК. Первый указывает на то, что закончена передача данных и для завершения ОВВ каналные средства больше не нужны; второй — на завершение ОВВ в ВУ. Вообще, окончание ОВВ опознается по одному из двух признаков (при отсутствии ЦД или ЦК), когда счетчик байт в КСК исчерпан или когда ВУ опознает конец физического блока раньше, чем канал исчерпает счетчик байт. Указатель УВУ КОНЧИЛО (УВУК) выдается в том случае, если УВУ может быть использовано для выполнения других операций ввода-вывода, а ВУ еще заканчивает предыдущую операцию ввода-вывода.

Операции ввода-вывода могут заканчиваться также путем выдачи команды НЮ в определенный канал и ВУ, а также из-за сбоя в канальной аппаратуре или в случае сброса системы ввода-вывода в исходное состояние.

Слово состояния канала запоминается в результате прерывания по ВВ или в результате выполнения команды управления каналами. ССК занимает двойное слово и располагается в оперативной памяти, начиная с адреса 64.

На рис. 2.8 показана структура ССК, поля которого определены в табл. 2.10–2.12.

Ключ	000		Адрес команды		Состояние		Счетчик байт		
0	3	4	7	8	31	32	47	48	63

Рис. 2.8. Формат ССК

Когда в ответ на команду (такую, как SIO) запоминается ССК, то адрес ВУ, для которого запомнено ССК, указывается командой. Если ССК запомнено в результате прерывания по вводу-выводу, то адрес канала и ВУ, вызвавших прерывание, указывается в поле прерывания старого ССП.

Прерывание по вводу-выводу. Для предоставления ЦП информации о результатах выполнения ОВВ, а также информации о необычных условиях, возникших в канале или интерфейсе, канал устанавливает запрос на прерывание по ВВ.

Условия, вызывающие установку запросов на прерывание по вводу-выводу, называются условиями прерывания по вводу-выводу. Условие прерывания может быть воспринято программой только один раз. Как только соответствующее прерывание произошло, это условие сбрасывается. С другой стороны условие прерывания может быть сброшено командой ПО, а условия, выработанные в ВУ после окончания выполнения операции ввода-вывода в подканале, могут быть сброшены очередной командой SJO.

Запрос на прерывание по вводу-выводу возникает при появлении в байте состояния ВУ (U) указателя КК, УК, УВУК или ВНИМАНИЕ.

Таблица 2.10

Поле	Номера разрядов	Функция
Ключ защиты	0-3	Ключ защиты (из АСК), используемый подканалом Должны быть нулевыми
	4-7	Адрес последнего используемого КСК+8
Адрес команды	8-31	Характеризуют состояние канала и ВУ. Разряды
Разряды состояния	32-47	32-39 принимаются по интерфейсу ВВ; разряды 40-47 формируются каналом (см. табл. 2.13) Остаточный счетчик последнего использованного КСК
Счетчик	48-63	

Таблица 2.11 Байт состояния ВУ (U)

Разряд ССК	Идентификатор	Название	Условия установки
32	U0	ВНИМАНИЕ	Оператор нажал специальную клавишу на пульте управления УВУ
33	U1	МОДИФИКАТОР	Устанавливается совместно с Us или Us для модификации основного значения состояния
34	U2	УВУ КОНЧИЛО	УВУ закончило операцию ввода-вывода. Вырабатывается обычно только в разделенных УВУ
35	U3	ЗАНЯТО	ВУ занято выполнением предыдущей операции ввода-вывода. Если одновременно установлен U1 и U3, занято УВУ
36	U4	КАНАЛ КОНЧИЛ	Подканал закончил свою часть операции передачи данных, ВУ может к этому моменту и не закончить операции ввода-вывода
37	U5	УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО	ВУ закончило операцию ввода-вывода и готово для выполнения других операций. ВУ перешло из состояния «не готово» в состояние «готово»
38	U6	СВОИ В УСТРОЙСТВЕ	В ВУ имеется один или несколько разрядов уточненного байта состояния. Программа должна проверить уточненный байт состояния для того, чтобы определить, что произошло в ВУ
39	U7	ОСОБЫЙ СЛУЧАЙ	В ВУ произошел особый случай, например, конец страницы на печатающем ВУ, пустой карман в устройстве ввода-вывода карт

При наличии ЦК запросы на прерывание возникают также при появлении признаков:

- а) в байте состояния ВУ-СВОИ В УСТРОЙСТВЕ, ОСОБЫЙ СЛУЧАИ, ЗАНЯТО;
- б) в канале-КОНТРОЛЬ ПРОГРАММЫ, КОНТРОЛЬ ЗАЩИТЫ, КОНТРОЛЬ УПРАВЛЕНИЯ КАНАЛОМ и КОНТРОЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕРФЕЙСОМ. Кроме того, канал инициирует прерывание ВВ, когда он обнаруживает признак ПУП в КСК или

Таблица 2.12 Байт состояния канала (S)

Разряд ССК	Идентификатор	Название	Условия установки
40	S0	Программно управляемое прерывание (ПУП)	В КСК 36 установлен признак ПУП
41	S1	Неверная длина (НД)	Поле счетчика КСК не равно длине блока информации на внешнем носителе и в КСК не установлен признак ПИД
42	S2	Контроль программы (КП)	Неверно АСК или КСК, указан несуществующий подканал и т. д.
43	S3	Контроль защиты (КЗ)	Ключ защиты, указанный в АСК, не сравнился с ключом основной памяти
44	S4	Контроль данных канала (КДК)	В канале обнаружен байт с четным количеством бит (разрядов). Канал исправляет контрольный разряд при записи информации в основную память
45	S5	Контроль управления канала (КУК)	Неверный сигнал управления обнаружен в канале. Подканал или ВУ неисправны
46	S6	Контроль работы интерфейса (КРИ)	В ВУ или УВУ, подключенном к подканалу, произошла неисправность
47	S7	Контроль зацепления	При выполнении операций СЧИТАТЬ, СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ и УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ в результате выполнения ЦД новое КСК со держит счетчик байт, меньший, чем число байт, принятых от ВУ за время зацепления, и в новом КСК не задана ЦД.

когда в канал, работающий в селекторном (монопольном) режиме, выдается команда НЮ.

Все запросы на прерывание по ВВ асинхронны по отношению к действиям, выполняемым в ЦП. Одновременно могут появиться запросы на прерывание от нескольких каналов. Эти запросы упорядочиваются на двух уровнях: на первом устанавливается приоритет для условий прерывания, связанных с ВУ, подключенными к одному каналу, на другом – запросы от различных каналов. Канал выдает запрос на прерывание по вводу–выводу только после того, как он упорядочит запросы от подключенных к нему ВУ. Условия, в результате которых появились эти запросы, сохраняются в ВУ и каналах, до тех пор пока не будут восприняты ЦП.

Приоритеты запросов на прерывание от ВУ в каждом канале зависят от типа прерывания и от места присоединения ВУ к кабелю интерфейса. Место присоединения ВУ к кабелю не связано с его адресом. Приоритеты запросов на прерывание по вводу–выводу от каналов устанавливаются в соответствии с типами каналов и их адресами. Первый селекторный канал имеет самый высокий приоритет, затем второй селекторный и далее мультиплексный.

Прерывание по вводу-выводу может произойти только после окончания выполнения текущей команды в ЦП и незамаскированного канала, обслуживающего ВУ, т. е. после установления маски прерывания по вводу – выводу для данного канала. Маски каналов указываются в ССП и хранятся во время работы ЦП в регистре БР.

Таблица 2.13

Каналы	Разряд ССП	Разряд регистра БР
КМ	0	0
КС1	1	1

КС2	2	2
-----	---	---

Если маски установлены для нескольких каналов одновременно прерывание происходит по запросу самого приоритетного канала. При возникновении запроса на прерывание по вводу – выводу процессор выполняет следующие действия (рис. 2.9).

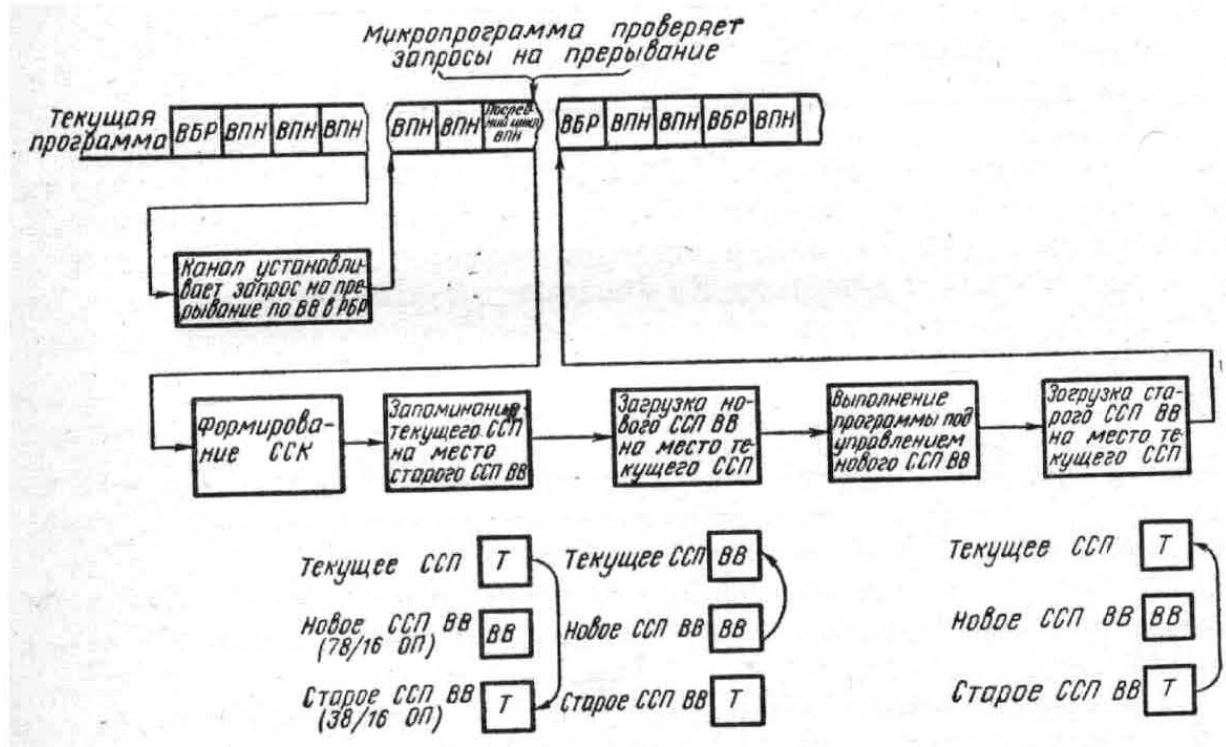


Рис. 2.9. Выполнение прерывания по вводу – выводу: ВБР – цикл выборки команды; ВПН – цикл выполнения команды

Формируется ССК и запоминается в оперативной памяти, начиная с адреса 40, затем текущее ССП запоминается в оперативной памяти, начиная с адреса 38, как старое ССП ввода – вывода. Новое ССП загружается из оперативной памяти, начиная с адреса 78. Далее выполняется программа под управлением нового ССП, после выполнения которой старое ССП ввода–вывода возвращается на место текущего. Адрес канала и ВУ, вызвавших прерывание, запоминается в разрядах 16–31 старого ССП.

Для канала прерывание по вводу–выводу считается обработанным, когда в оперативную память записано ССК, связанное с этим прерыванием. Если ССК запоминается по НЮ или SIO, запоминаются только байты состояния ВУ и канала (неполное ССК). Если ССК запоминается по TIO или по прерыванию, запоминается полное ССК. Может быть четыре типа прерывания по вводу – выводу.

Программно-управляемое прерывание осуществляется в том случае, если S0 = 1, а также в момент выполнения программы канала. При этом запоминаются:

АСК*	Нули	S	Счетчик байт
------	------	---	--------------

Прерывание типа КАНАЛ КОНЧИЛ (или КОНЕЧНОЕ) происходит в конце выполнения каналом программы канала. При этом запоминается:

АСК*	U	S	Счетчик байт
------	---	---	--------------

Прерывание типа УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО происходит, когда во внешнем устройстве случится что-нибудь интересующее ЦП. Например, если ВУ перешло в состояние готовности к работе с каналом, или на пульте ВУ нажата кнопка «запрос», или ВУ закончило выполнение последней команды программы канала. При этом запоминаются:

Нули	U	S	Нули
------	---	---	------

Так как это прерывание может быть не связано с какой-либо программой канала, запоминаются только байты состояния ВУ и канала.

Прерывание типа ОШИБКА КАНАЛА осуществляется при обнаружении сбоя в оборудовании канала или интерфейса. При этом запоминаются:

Нули	Нули	S	Нули
------	------	---	------

* Записывается ключ защиты, указанный в АСК. и адрес текущего КСК, увеличенный на 8 или на 16.

Программирование работы канала. Программа канала составляется для выполнения ОВВ и может иметь одно или несколько КСК в зависимости от потребностей пользователя и типа выполняемой ОВВ. При использовании одного или более разрядов поля признаков в КСК увеличивается число выполняемых функций ВВ. После окончания каналом операции, указанной в КСК, он может прекратить работу с данными ВУ, либо продолжить ее в зависимости от состояния признаков ЦД (разряд 32) и ЦК (разряд 33) в КСК. Такой процесс выполнения операции ввода – вывода называется последовательным и включает выборку следующего КСК программы канала.

Если зацепление по данным указывается путем установки признака ЦД, то новое КСК определяет новую область оперативной памяти для первоначальной операции ввода-вывода* (*Код операции в новом КСК не используется).

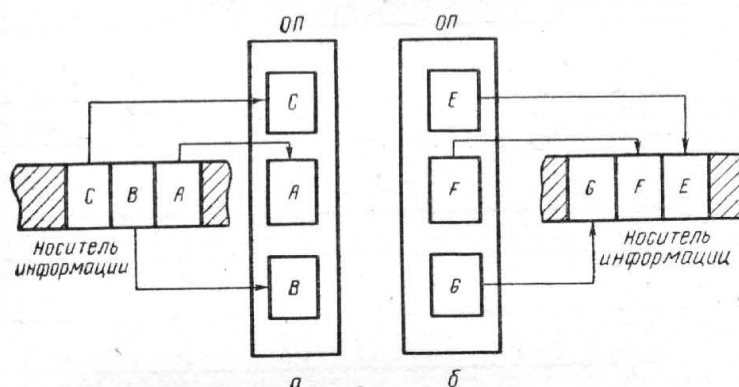


Рис. 2.10. «Рассеивающая» (а) и «собирающая» (б) передача данных между ОП и носителем информации

Новая область оперативной памяти используется после окончания передачи данных, указанных полем счетчика байт в текущем КСК. Новое КСК не влияет на

операцию ввода-вывода. ЦД позволяет выполнить «рассеивающее» чтение и «собирающую» запись (рис. 2.10). Если указывается зацепление по команде с помощью признака ЦК в текущем КСК, то новое КСК указывает новую операцию ВВ для ВУ, адресуемого первоначально командой SIO. В этом случае после окончания первой операции ввода - вывода не выполняется ни одного прерывания по вводу - выводу, а начинает выполняться следующая операция ввода-вывода.

Установка признака ПИД (разряд 34), который обычно используется в ЦК, в КСК вызывает подавление индикации неправильной длины в ССК (см. табл. 2.12).

Признак БЗП (35 разряд в КСК) вызывает выполнение операций ввода без записи информации и таким образом позволяет эффективно «пропускать» данные, считанные с запоминающей среды. Блокировка записи происходит при БЗП, равном единице. Блокировка записи является чисто канальной функцией, ВУ продолжает операцию ввода-вывода обычным путем и управляющая информация в канале поддерживается обычным способом.

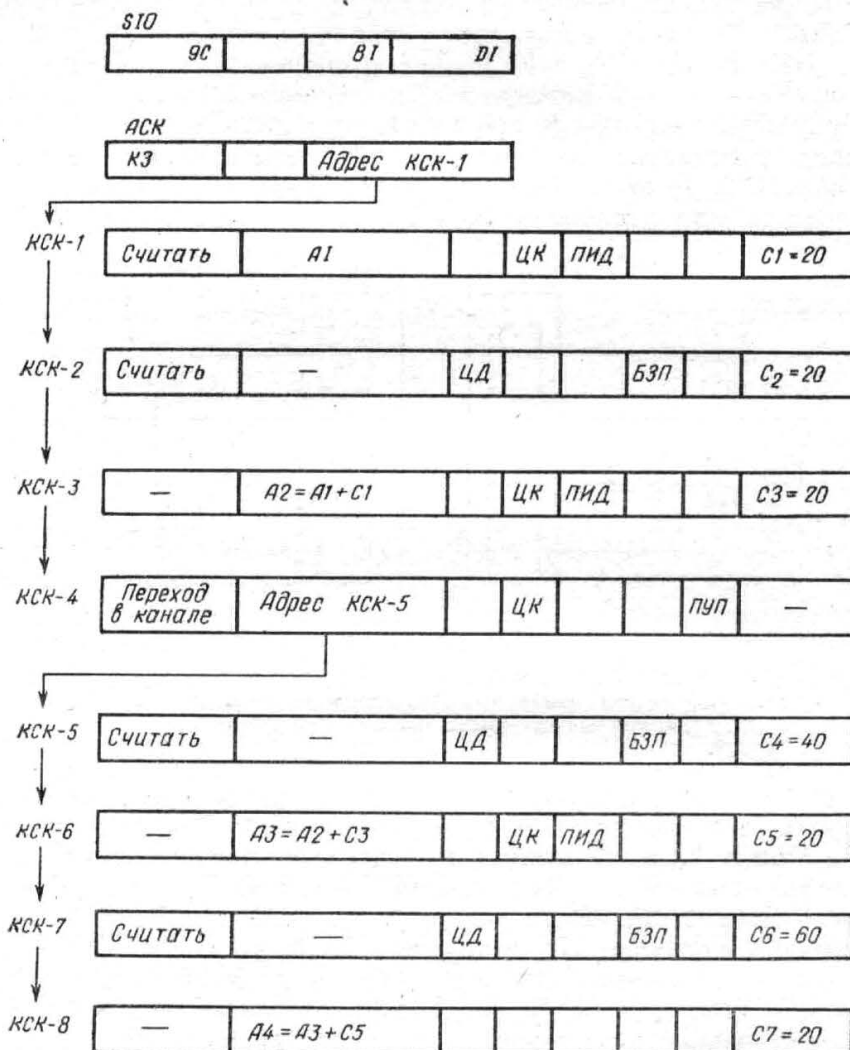


Рис. 2.11. Пример программы канала

Признак ПУП (разряд 36) заставляет инициировать прерывания по вводу-выводу, когда встречается КСК с этим признаком. Установка признака ПУП не влияет на выполнение операции. В одной программе канала могут инициироваться многократные

программно-управляемые прерывания.

Возможное использование признаков КСК для различных команд канала приведено в табл. 2.14.

Таблица 2.14

Команды канала	Признаки				
ЗАПИСАТЬ	ЦД	ЦК	ПВД		ПУП
СЧИТАТЬ	ЦД	ЦК	ПВД	БЗП	ПУП
СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ	ЦД	ЦК	ПВД	БЗП	ПУП
УПРАВЛЕНИЕ	ЦД	ЦК	ПВД		ПУП
УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ	ЦД	ЦК	ПВД	БЗП	ПУП
ПЕРЕСЛАТЬ В КАНАЛ	ЦД	ЦК	ПВД		ПУП

Рассмотрим пример построения программы канала. Требуется ввести информацию, нанесенную на четыре перфокарты (0–20, 21–40, 41–60 и 61–80 колонки первой, второй, третьей и четвертой карт соответственно), в последовательные ячейки ОП. На рис. 2.11 показан пример построения программы канала для организации операции ввода–вывода. Программа процессора содержит команду SIO, в которой определено устройство, используемое для выполнения ОВВ. Перед выполнением команды должны быть сформированы АСК и КСК. АСК указывает ячейку оперативной памяти, с которой начинается программа канала.

В рассматриваемом примере по КСК-1 организуется ввод с устройства ввода карт первых 20 колонок (байт) первой перфокарты в оперативную память, начиная с адреса А1. Остальные 60 колонок первой карты ВУ не передает в канал и сбой в канале не вырабатывается из-за признака ПВД.

По КСК-2 содержимое первых 20 колонок второй перфокарты считывается, передается в канал, но в оперативную память не записывается из-за признака БЗП. По КСК-3 содержимое 21–40 колонок этой же перфокарты передается в оперативную память, начиная с адреса А2. КСК-4 с командой ПЕРЕСЛАТЬ В КАНАЛ использовано для перехода ко второй части программы канала, расположенной в другой области оперативной памяти. По КСК-5 содержимое первых 40 колонок третьей перфокарты передается в канал, но в оперативную память не записывается (из-за БЗП). По КСК-6 содержимое колонок 41–60 этой же карты записывается в оперативную память, начиная с адреса А3. По КСК-7 содержимое первых 60 колонок четвертой перфокарты передается в канал, но в оперативную память не записывается. По КСК-8 содержимое 61–80 колонок этой же перфокарты записывается в оперативную память, начиная с адреса А4.

Глава 3. ИНТЕРФЕЙС ВВОДА–ВЫВОДА

3.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Интерфейс ввода–вывода представляет собой унифицированную систему связи и сигналов между каналами ввода – вывода ЭВМ и устройствами управления внешними устройствами ЭВМ. Интерфейс ввода – вывода обеспечивает стандартный метод подключения УВУ к каналам ЕС ЭВМ. Через него может быть подключено до 8 УВУ к каждому каналу с возможностью адресации до 256 ВУ. Некоторые УВУ могут управлять одиночными ВУ, другие – несколькими ВУ. Кроме того, интерфейс обеспечивает единые принципы обмена данными, единый формат информации (байт) и стандартные последовательности управляющих сигналов при выполнении всех операций ввода–вывода на любых ВУ.

Различная информация (данные, информация состояния и уточненного состояния ВУ, команды, адреса ВУ, сигналы управления) передается в обоих направлениях по 34 функционально разделенным линиям интерфейса. Все сигналы на линиях интерфейса, выходящие из канала и УВУ, взаимосвязаны с соответствующими ответными сигналами УВУ и канала, благодаря чему достигается работа ВУ с различным быстродействием.

Интерфейс позволяет подсоединять к каналу различные УВУ ЕС ЭВМ, а также УВУ (с параметрами настоящего интерфейса) других вычислительных машин (рис. 3.1); подключать ВУ с различными скоростями работы; стандартным образом выполнять операции ввода–вывода как в мультиплексном, так и в монопольном режимах передачи данных и в системе нескольких ЭВМ. ВУ подсоединяется к каналу ввода – вывода через УВУ, которое осуществляет взаимодействие канала с ВУ и приводит сигналы ВУ к стандартному виду, удобному для передачи через интерфейс ввода – вывода.

Все сигналы за исключением сигналов выборки ВУ устанавливаются через общие линии интерфейса. Любой сигнал, выданный каналом, доступен сразу всем УВУ, но только одно УВУ может обслуживаться каналом в любой данный момент времени.

ВУ для логического подключения к каналу выбирается специальным сигналом выборки, который выдается каналом и последовательно в соответствии с установленным приоритетом проходит через все подсоединенные к нему УВУ (рис. 3.2). Приоритет УВУ

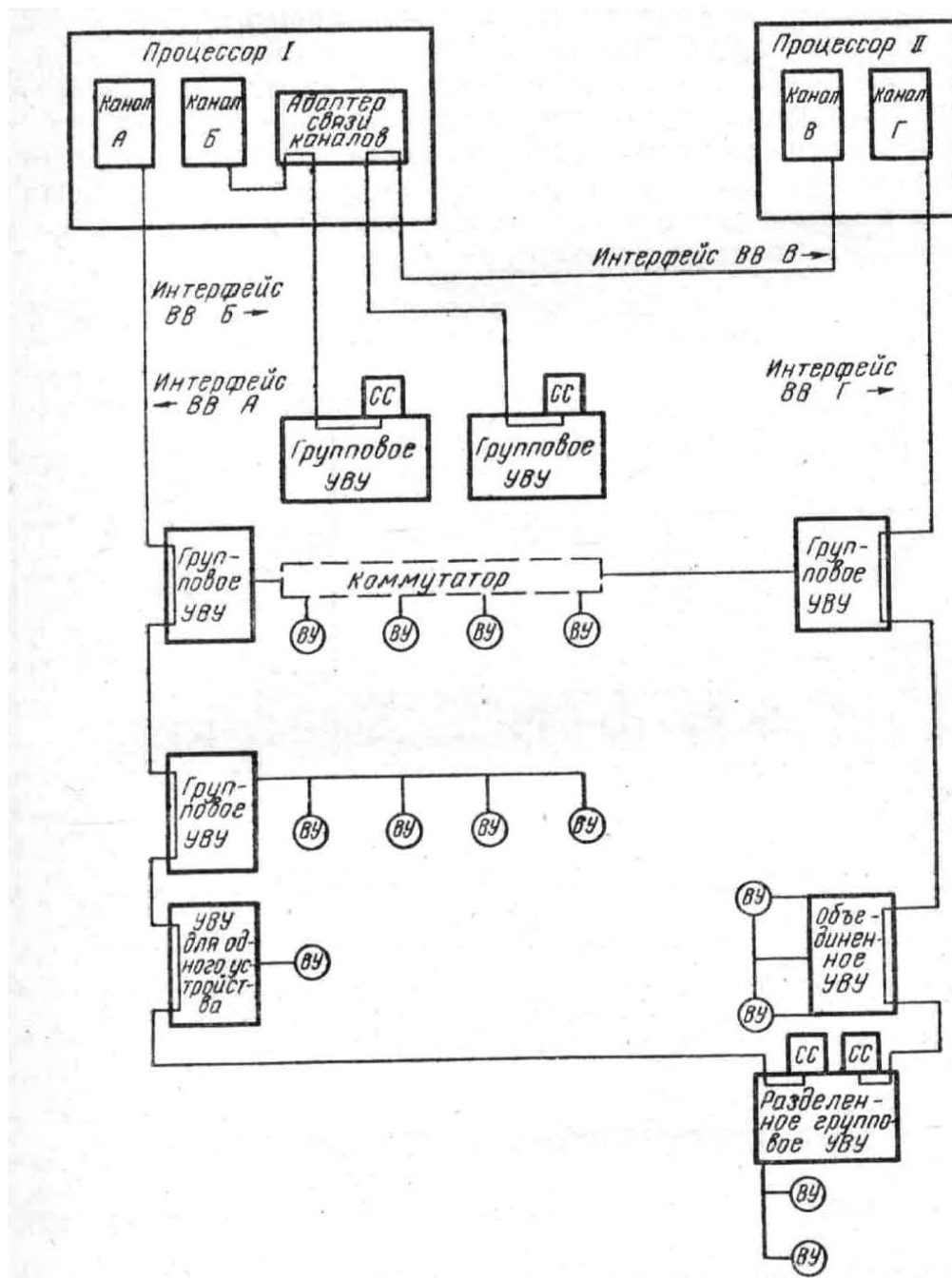


Рис. 3.1. Структурная схема подсоединения внешних устройств в ЕС ЭВМ:

СС—схема согласования

зависит от точки подсоединения его к линии сигнала выборки и определяется во время установки системы. УВУ с высшим приоритетом первым принимает сигнал выборки и обслуживается раньше, чем УВУ с меньшим приоритетом. Выбранное УВУ остается логически подключенным к каналу до окончания передачи (приема) информации или до выдачи указания каналом об отключении от интерфейса.

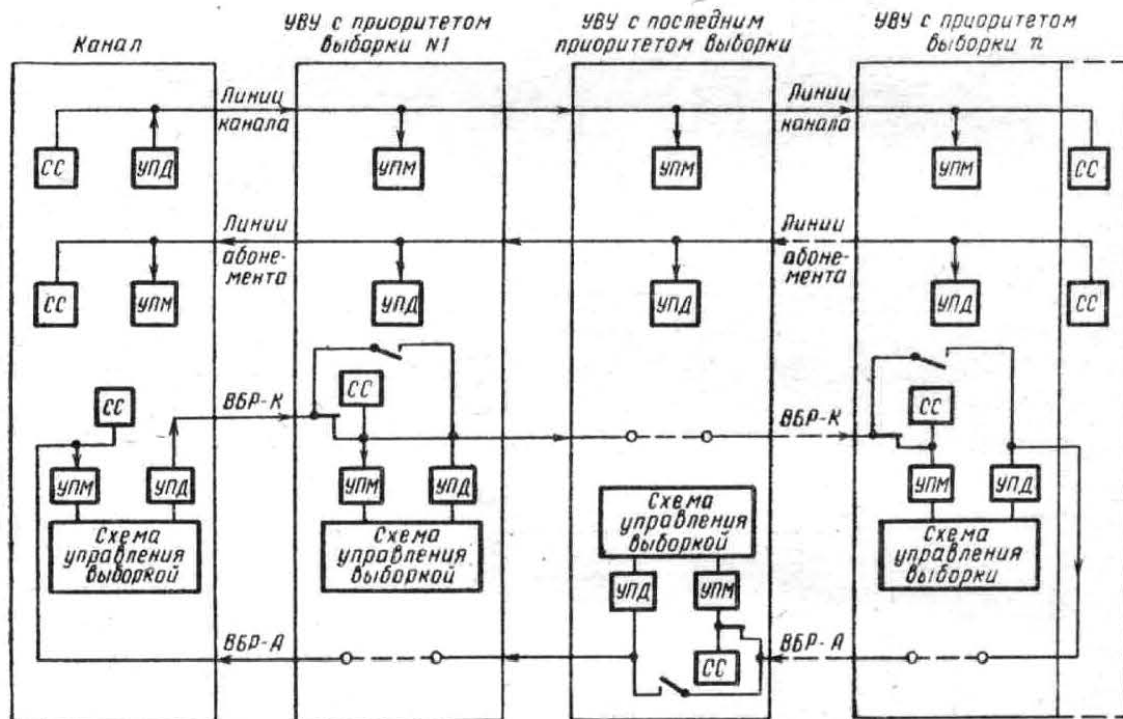


Рис. 3.2

Все устройства, подключенные к каналу посредством интерфейса, называются абонентами. Каждый абонент (ВУ и УВУ) имеет свой адрес. Два УВУ на одном и том же интерфейсе не могут иметь одинаковый адрес. Для выборки ВУ канал сначала выдает на шины интерфейса его адрес, а затем сигнал выборки, на что устройство отвечает выдачей своего адреса, определяя себя. Если УВУ инициирует последовательность сигналов, то оно должно определять себя путем передачи своего адреса перед тем, как указать цель последовательности сигналов.

3.2. ЛИНИИ ИНТЕРФЕЙСА ВВОДА-ВЫВОДА

Линии интерфейса ввода – вывода делятся на пять групп (табл. 3.1):

- линии информационных шин канала (ШИН-К);
- линии информационных шин абонента (ШИН-А);
- линии идентификации;
- линии управления;
- линии специального управления.

Линии информационных шин канала. Девять линий ШИН-К включают восемь информационных линий и одну контрольную. По ШИН-К передается информация (байты данных, адреса ВУ,

Таблица 3.1

№ п/п	Название линии	Условное обозначение	Назначение
1	Шина канала контроль	ШИН-КК	Информационные шины канала используются для передачи
2	шина 0	ШИН-КО	

3	Шина канала 1	ШИН-К1	информации (данные, адреса ВУ, команды) от канала к абоненту
4	Шина канала 2	ШИН-К2	
5	Шина канала 3	ШИН-К3	
6	Шина канала 4	ШИН-К4	
7	Шина канала 5	ШИН-К5	
8	Шина канала 6	ШИН-К6	
9	Шина канала 7	ШИН-К7	
10	Шина абонента контроль	ШИН-АК	Информационные шины абонента используются для передачи информации (данные, адреса ВУ, информация о состоянии абонентов) от абонента к каналу
11	Шина абонента 0	ШИН-А0	
12	Шина абонента 1	ШИН-А1	
13	Шина абонента 2	ШИН-А2	
14	Шина абонента 3	ШИН-А3	
15	Шина абонента 4	ШИН-А4	
16	Шина абонента 5	ШИН-А5	
17	Шина абонента 6	ШИН-А6	
18	Шина абонента 7	ШИН-А7	
19	Адрес от канала	АДР-К	Линии идентификации используются для определения и управления информацией, находящейся на информационных шинах канала и абонента, для взаимной блокировки сигналов
20	Адрес от абонента	АДР-А	
21	Управление канала	УПР-К	
22	Управление абонента	УПР-А	
23	Информация канала	ИНФ-К	
24	Информация абонента	ИНФ-А	
25	Работа канала	РАБ-К	Линии управления используются для управления выборкой абонента, для сканирования и управления подключением абонента к каналу
26	Работа абонента	РАБ-А	
27	Разрешение выборки	РВБ-К	
28	Выборка	ВБР-К	
29	Обратная выборка	ВБР-А	
30	Блокировка	БЛК-К	
31	Требование абонента	ТРБ-А	
32	Измерение от канала	ИЗМ-К	Линии специального управления используются для управления службой времени и состояния абонентом
33	Измерение от абонента	ИЗМ-А	
34	Смена состояния	СМС-К	

команды) от канала к абоненту. Информация на ШИН-К располагается так, что на линии 7 находится младший разряд байта информации, а на линии 0—старший. Контрольный разряд всегда находится на линии К. В байте информации всегда должно быть нечетное число единиц, включая контрольный разряд. Тип информации на ШИН-К определяется сигналами АДР-К, УПР-К или ИНФ-К на соответствующей линии идентификации канала. Например, когда линии АДР-К и ШИН-К возбуждены одновременно, информация на ШИН-К определяет адрес ВУ.

Линии идентификации управляют периодом времени, в течение которого ШИН-К содержат верную информацию. Когда передается адрес ВУ, информация на ШИН-К действительна от установки сигнала АДР-К до установки одного из ответных сигналов РАБ-А, ВБР-А или УПР-А. Когда передается информация, отличная от адреса, информация на ШИН-К действительна от установки сигнала идентификации канала до сброса ответного сигнала идентификации абонента.

Линии информационных шин абонента. Девять линий ШИН-А включают восемь информационных линий и одну контрольную. По ШИН-А передается информация (байты данных, адреса ВУ, состояния ВУ) от выбранного УВУ к каналу (при этом должен быть установлен сигнал РАБ-А). Информация на ШИН-А размещается также, как и на ШИН-К. Тип информации на ШИН-А определяется сигналами на одной из линий идентификации абонента: АДР-А, УПР-А или ИНФ-А. Например, когда линии АДР-А и

ШИН-А возбуждены одновременно, то на ШИН-А находится адрес ВУ.

Линии идентификации управляют периодом времени, в течение которого линии ШИН-А содержат действительную информацию. Информация на ШИН-А действительна с момента не позднее 100нс после установки сигнала идентификации абонента до установки ответного сигнала идентификации канала или до сброса ВБР-К в случае выборки занятого УВУ.

Линии идентификации. Имеется три линии идентификации канала—АДР-К, УПР-К и ИНФ-К, идущие от канала ко всем подсоединенным УВУ, и три линии идентификации абонента АДР-А, УПР-А и ИНФ-А, идущие от всех подсоединенных УВУ к каналу. Назначение этих линий следующее.

Линия АДР-К. При выполнении последовательности сигналов начальной выборки ВУ сигнал на линии АДР-К означает, что на ШИН-К находится адрес ВУ, который декодируется всеми подсоединенными к интерфейсу УВУ. УВУ, опознавшее адрес, если оно не занято, по сигналу ВБР-К отвечает установкой сигнала РАБ-А. Сигнал ВБР-К выдается через 1 мкс после установки сигнала АДР-К. Канал удерживает сигнал АДР-К до получения сигналов РАБ-А, ВБР-А или УПР-А. Сигнал ВБР-А указывает, что ни одно УВУ не опознало адрес на ШИН-К. Это происходит, когда адресуемое УВУ находится в автономном режиме или вообще не установлено. Сигнал УПР-А указывает, что адресуемое УВУ занято выполнением ранее начатой операции. Канал отвечает на сигнал УПР-А сбросом сигнала ВБР-К и после сброса сигнала УПР-А сбрасывает сигнал АДР-К. Если сигнал АДР-К сбрасывается до выдачи сигнала ВБР-К, то начальная выборка ВУ аннулируется.

Когда УВУ подключено к интерфейсу (имеется сигнал РАБ-А), то выдача сигнала АДР-К и одновременно сброс сигнала ВБР-К (или при сброшенном сигнале ВБР-К) означают, что УВУ должно отсоединиться от интерфейса. Канал удерживает сигнал АДР-К до тех пор, пока УВУ не сбросит сигнал РАБ-А (сигнал РАБ-А сбрасывает в течение 6 мкс после получения указания отсоединиться от интерфейса).

Операция ввода — вывода продолжается до нормального окончания, но данные не передаются через интерфейс.

Линия **УПР-К** служит для передачи сигнала УПР-К, который выдается в ответ на сигналы АДР-А, УПР-А или ИНФ-А, и сбрасывается после сброса соответственно одного из этих сигналов.

Установка сигнала УПР-К в ответ на сигнал АДР-А в начальной выборке ВУ означает, что на ШИН-К находится байт команды, определяющий операцию ввода — вывода, которая должна быть выполнена. Только в начальной выборке ВУ байт команды декодируется внешним устройством.

Установка сигнала УПР-К в ответ на сигнал АДР-А при выборке, вводимой абонентом, означает указание ПРОДОЛЖИТЬ;

в ответ на сигнал ИНФ-А—всегда указание ОСТАНОВ операции ввода — вывода; в ответ на сигнал УПР-А — указание ЗАПОМНИТЬ СОСТОЯНИЕ в устройстве до разрешения его повторной передачи в канал. УВУ может представить запомненный байт состояния, если сигналы ВЛК-К и АДР-К сброшены.

Во всех случаях, когда сигнал УПР-К означает ПРОДОЛЖИТЬ, ЗАПОМНИТЬ

СОСТОЯНИЕ или ОСТАНОВ, на ШИН-К выдается нулевая информация, не декодируемая в УВУ.

Линия ИНФ-К. Сигнал на линии ИНФ-К указывает выбранному УВУ, что сигнал ИНФ-А или УПР-А воспринят каналом.

Сигнал ИНФ-К в ответ на сигнал ИНФ-А при операциях СЧИТАТЬ, СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ или УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ означает, что информация с ШИН-А воспринята каналом и УВУ может снять ее с ШИН-А;

при операциях ЗАПИСАТЬ или УПРАВЛЕНИЕ означает, что требуемая информация для УВУ находится на ШИН-К. В этом случае сигнал ИНФ-К выдается после помещения информации на ШИН-К; в ответ на сигнал УПР-А означает прием каналом байта состояния с ШИН-А.

Сигнал ИНФ-К должен оставаться установленным до сброса соответствующего сигнала ИНФ-А или УПР-А. Одновременно с сигналом ИНФ-К не должно быть других сигналов идентификации канала. Сигнал ИНФ-К в ответ на сигнал УПР-А при наличии сигнала БЛК-К указывает УВУ, что будет зацепление команд.

Линия АДР-А. Сигнал на линии АДР-А указывает каналу, что на ШИН-А установлен адрес ВУ. На сигнал АДР-А канал отвечает сигналом УПР-К. При выполнении последовательности сигналов начальной выборки ВУ канал сравнивает адрес ВУ на ШИН-А с выданным в начале выборки. Если они равны, операция может быть продолжена, если нет, канал переходит к программе ошибок.

При выполнении последовательности сигналов выборки, вводимой УВУ, канал по сигналу АДР-А определяет УВУ и выбирает его управляющую информацию для продолжения операции ввода – вывода.

Сигнал АДР-А должен сохраняться до появления сигнала УПР-К, который сбрасывается после сброса сигнала АДР-А. Одновременно с сигналом АДР-А не должно быть никаких других сигналов идентификации абонента.

Линия УПР-А. Установка сигнала на линии УПР-А означает, что байт состояния выбранного ВУ, описывающий текущее состояние ВУ, находится на ШИН-А. На сигнал УПР-А канал отвечает сигналом ИНФ-К, если он принимает байт состояния, и сигналом УПР-К, если не может принять его в данный момент, что означает указание ЗАПОМНИТЬ СОСТОЯНИЕ в устройстве.

Сигнал УПР-А не может появляться одновременно с любым другим сигналом идентификации абонента и должен сохраняться до появления ответного сигнала идентификации канала или до сброса сигнала ВБР-К в случае выборки занятого УВУ. В последнем случае байт состояния на ШИН-А должен быть достоверен до сброса сигнала ВБР-К (РВВ-К).

Сигнал УПР-А должен быть сброшен для сброса ответного сигнала идентификации канала.

Линия ИНФ-А. УВУ устанавливает сигнал на линии ИНФ-А для сигнализации каналу, что байт данных помещен на ШИН-А (при операциях СЧИТАТЬ, СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ, УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ) или что УВУ готово принять байт данных с ШИН-К (при операциях ЗАПИСАТЬ и УПРАВЛЕНИЕ).

Канал отвечает на сигнал ИНФ-А сигналом ИНФ-К, когда данные приняты или

переданы; сигналом УПР-К для останова передачи и окончания операции; или сигналом АДР-К—в случае отключения от интерфейса.

Одновременно с сигналом ИНФ-А не должно быть других сигналов идентификации абонента. Если канал вовремя не ответит на сигнал ИНФ-А, то возможно состояние переполнения (когда устройство ведет передачу данных целым массивом), которое приводит к выработке указателей СВОИ УСТРОЙСТВА и ПЕРЕПОЛНЕНИЕ и прекращению передачи данных.

Линии управления. Имеются четыре линии управления, выходящие из канала (РАБ-К, ВБР-К, РВБ-К, БЛК-К) и три линии, идущие от всех УВУ к каналу (ТРБ-А, РАБ-А, ВБР-А), которые используются для клапанирования других сигналов, выбора УВУ и сигнализации каналу о том, что УВУ выбрано или необходимо сбросить все ВУ.

Линия РАБ-К. Сигнал на линии РАБ-К управляет подключением УВУ к каналу. Все сигналы канала, кроме БЛК-К, имеют смысл только при наличии сигнала РАБ-К, который остается установленным до тех пор, пока канал работоспособен. Сброс сигнала РАБ-К вызывает сброс всех сигналов абонента. При этом выполняется либо селективный сброс УВУ, либо общий сброс всех УВУ интерфейса в зависимости от наличия сигнала БЛК-К. Если сигнал РАБ-К сбрасывается, а сигнал БЛК-К установлен, то выполняется селективный сброс, т. е. сбрасывается только УВУ, связанное с интерфейсом. Если сигналы РАБ-К и БЛК-К сбрасываются одновременно (или сигнал БЛК-К сброшен раньше), то сбрасываются все УВУ одного интерфейса.

Линия РАБ-А. Сигнал на линии РАБ-А указывает каналу, что требуемое ВУ подключилось к каналу. Он может быть выдан при установлении сигнала РАБ-К и присутствии сигнала ВБР-К на входной линии и отсутствии на выходной линии ВБР-К данного УВУ. Сигнал РАБ-А может быть сброшен только при сбросе сигнала ВБР-К. При установлении сигнала РАБ-А никакое другое УВУ не может подключиться к интерфейсу.

Установленный сигнал РАБ-А сохраняется до тех пор, пока требуемая информация не будет передана между каналом и УВУ. Сигнал РАБ-А может быть сброшен сразу же после передачи последнего байта информации, когда канал выдал ответный сигнал идентификации и, если сброшен сигнал ВБР-К.

Канал игнорирует сигналы идентификации абонента, если сигнал РАБ-А сброшен (исключение—выборка занятого УВУ, когда сигнал РАБ-А отсутствует).

Линия ВБР-К обеспечивает цепь выборки ВУ и соединяет ВУ последовательно. Порядок, в котором линия ВБР-К проходит через логические цепи УВУ, определяет приоритет УВУ. Линии ВБР-К и ВБР-А вместе образуют петлю для выборки УВУ, подсоединенных к интерфейсу. Когда УВУ получает сигнал ВБР-К, оно либо выдает сигнал РАБ-А, если ему требуется обслуживание, либо немедленно передает его к следующему УВУ. Пропустив сигнал ВБР-К к следующему УВУ, оно уже не может выдать сигнал РАБ-А или ответить последовательностью занятого УВУ до следующего появления сигнала ВБР-К на его входе.

Когда сигнал ВБР-К передается в УВУ с наименьшим приоритетом, то оно либо устанавливает сигнал РАБ-А, а затем сигнал АДР-А, либо передает сигнал ВБР-К в канал в виде сигнала ВБР-А.

УВУ, установившее сигнал РАБ-А по сигналу ВБР-К, не передает сигнал ВБР-К к следующему УВУ, а разрывает цепь выборки. Сигнал РАБ-А должен сохраняться до завершения текущей последовательности сигналов и не может быть сброшен до сброса сигнала ВБР-К. Канал может сбросить сигнал ВБР-К после получения сигнала АДР-А или может сохранить его до завершения операции ввода – вывода (обычно селекторный канал, работающий в монополюсном режиме, сохраняет сигнал ВБР-К до завершения операции).

Линия ВБР-А—это линия обратного пути сигнала ВБР-К от УВУ с наименьшим приоритетом к каналу. Сигнал ВБР-А указывает каналу на отсутствие УВУ, которое бы опознало свой адрес. В остальном назначение и функционирование линии ВБР-А такое же, как и линии ВБР-К.

Линия РВБ-К. Сигнал на линии РВБ-К разрешает УВУ воспринимать сигнал ВБР-К (ВБР-А). УВУ воспринимает сигнал ВБР-К только при наличии сигнала РВБ-К, который выдается только при наличии сигнала РАБ-К. Канал устанавливает сигналы РВБ-К и ВБР-К одновременно. При сброшенном сигнале РВБ-К УВУ не может воспринять сигнал ВБР-К, оно только передает его к следующему УВУ. Это позволяет существенно сократить время сброса сигнала на линии ВБР-К и ВБР-А, так как сигнал РВБ-К, поступает одновременно на все УВУ.

Линия БЛК-К. Сигнал на линии БЛК-К применяется самостоятельно и вместе с сигналами идентификации канала для обеспечения следующих функций:

- блокировки передачи данных;
- блокировки передачи состояния;
- указания цепочки команд;
- выполнения селективного сброса УВУ.

Указанные функции описаны в разделе «Последовательности сигналов управления».

Линия ТРБ-А. Сигнал на линии ТРБ-А сигнализирует каналу, что УВУ требует обслуживания. На линии ТРБ-А могут одновременно находиться сигналы ТРБ-А от нескольких УВУ. Обслуживание их производится в порядке приоритета. Это позволяет УВУ с высшим приоритетом получить обслуживание со стороны канала за минимально короткое время после выдачи сигнала ТРБ-А, а также раньше, чем устройство с более низким приоритетом, так как последнее будет получать сигнал ВБР-К в последнюю очередь.

Канал не может начать выполнение последовательности сигналов начальной выборки ВУ для введения новой операции ввода – вывода, пока не сброшен сигнал ТРБ-А, т. е. пока не удовлетворены запросы на обслуживание от ранее начатых операций. Сигнал ТРБ-А сбрасывается сразу после выдачи сигнала РАБ-А. Сигнал ТРБ-А должен быть снят при появлении сигнала БЛК-К, если запрос на передачу допускает блокировку.

Линии специального управления. Линия ИЗМ-К (линия измерения от канала) идет от канала ко всем УВУ. Сигнал ИЗМ-К выдается всякий раз, когда включен счетчик времени на центральном процессоре и может использоваться в УВУ для включения измерительных счетчиков.

Линия **ИЗМ-А** (линия измерения от абонента) идет от всех подсоединенных УВУ к каналу. Сигнал ИЗМ-А может использоваться в ЦП для измерения времени выполнения операции ввода – вывода.

Линия СМС-К (линия смены состояния ВУ) идет от канала ко всем подсоединенным УВУ. Смена состояния УВУ разрешается, когда ЦП находится в состоянии останова или в состоянии ожидания, при этом сигнал СМС-К сброшен. Установленный сигнал СМС-К означает, что ЦП находится в рабочем режиме и может обратиться к любому УВУ; смена состояния УВУ запрещается.

3.3. ТРЕБОВАНИЯ К ВЗАИМНОЙ БЛОКИРОВКЕ СИГНАЛОВ

Для надежной и правильной работы каналов и УВУ, использующих настоящий интерфейс ввода – вывода, необходимо выполнение следующих требований к взаимной блокировке сигналов:

только один сигнал идентификации канала может быть выдан АГ.

в любой момент времени (исключение для сигнала АДР-К в течение последовательности сигналов отключения от интерфейса);

только один сигнал идентификации абонента может быть выдан в любой момент времени;

сигнал идентификации абонента может быть выдан только в том случае, если все сигналы идентификации канала сброшены (исключение составляет последовательность сигналов выборки занятого УВУ);

сигнал идентификации абонента может быть сброшен только после выдачи ответного сигнала идентификации канала (исключение для сигнала УПР-А в последовательности сигналов выборки занятого УВУ);

сигналы ИНФ-К и УПР-К могут быть выданы только при наличии одного из сигналов идентификации абонента;

сигнал АДР-К в случае последовательности сигналов начальной выборки может быть выдан при сбросе сигналов ВБР-А и ВБР-К;

если сигналы АДР-К и ВБР-К будут выданы в течение последовательности сигналов начальной выборки, то АДР-К должен сохраняться до получения сигнала ВБР-А или РАБ-А или до сброса сигнала УПР-А;

если сигнал АДР-К будет выдан во время последовательности сигналов отключения от интерфейса, его нельзя сбросить пока не будет сброшен сигнал РАБ-А;

сигналы по всем выходным линиям канала, за исключением линии БЛК-К, должны быть сброшены, если сброшен сигнал на линии РАБ-К;

сигнал ВБР-К может быть выдан, если сброшены сигналы РАБ-А и ВБР-А;

сигнал РАБ-А может быть сброшен при выполнении одного из следующих условий:

а) сброшен сигнал ВБР-К и ответный сигнал идентификации канала выдан в ответ на последний сигнал идентификации абонента для любой последовательности сигналов интерфейса;

б) сброшен сигнал на линии РАБ-К;

в) выполняется последовательность сигналов отключения от интерфейса;
сигнал РАБ-А не может быть выдан при отсутствии сигнала РАБ-К; сигнал РАБ-А должен быть сброшен, если сброшен сигнал РАБ-К.

3.4. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ СИГНАЛОВ ИНТЕРФЕЙСА ВВОДА–ВЫВОДА

Все последовательности сигналов интерфейса ввода – вывода подразделяются на две группы:

последовательности сигналов выполнения операций ввода – вывода, которые в различных сочетаниях, зависящих от типа операции, используются при выполнении операций ввода – вывода;

последовательности сигналов управления, используемые для управления ходом выполнения операций ввода – вывода.

3.4.1. Последовательности сигналов выполнения операций ввода–вывода

Операции ввода – вывода выполняются посредством одной или нескольких перечисленных ниже комбинаций последовательностей сигналов:

начальной выборки ВУ; выборки занятого УВУ; выборки, вводимой УВУ; передачи данных; окончания операции.

Любая операция ввода–вывода начинается с выборки ВУ (установления связи с ним), на котором она должна выполняться. Для поиска адресуемого ВУ канал выдает адрес ВУ на ШИН-К и сигнал ВБР-К, последовательно проходящий через все УВУ интерфейса. Все УВУ декодируют адрес на ШИН-К и те УВУ, адреса которых не совпали с адресом на ШИН-К, обязаны пропустить ВБР-К к следующему УВУ независимо от того, требуется им обслуживание или нет. Только то УВУ, адрес которого совпал с адресом ВУ на ШИН-К, блокирует передачу сигнала ВБР-К к следующему УВУ и отвечает сигналом РАБ-А или УПР-А (если оно занято). Когда канал начинает поиск ВУ по адресу ВУ на ШИН-К, приоритет УВУ не принимается во внимание. Выборка ВУ считается успешной, если УВУ приняло команду к исполнению, и неуспешной, если адресуемое УВУ оказалось занятым или адресуемое УВУ не найдено (ответ сигналом ВБР-А)* (*А. С. № 453685. Бюллетень изобретений и товарных знаков № 46, 1974).

Указанные последовательности сигналов подробно описываются ниже.

Последовательность сигналов начальной выборки ВУ – это последовательность сигналов интерфейса, в течение которой канал выбирает УВУ и ВУ и определяет операцию, которая должна быть выполнена. Эта последовательность независимо от типа операции и УВУ всегда стандартна.

Канал начинает последовательность сигналов начальной выборки ВУ выдачей адреса ВУ на ШИН-К, сигнала АДР-К и через некоторое время, достаточное для декодирования адреса всеми УВУ, выдает сигнал ВБР-К. Все УВУ, подсоединенные к интерфейсу, сравнивают свой адрес с адресом на ШИН-К и, если адреса не совпадают, УВУ пропускает сигнал ВБР-К к следующему УВУ. При совпадении адресов УВУ блокирует передачу сигнала ВБР-К к следующему УВУ и выдает сигнал РАБ-А и тем самым логически подключается к интерфейсу. В ответ на сигнал РАБ-А канал сбрасывает сигнал АДР-К. После сброса сигнала АДР-К УВУ выдает на ШИН-А адрес ВУ

и сигнал АДР-А. После этого в мультиплексном канале в любой момент времени могут быть сброшены сигналы ВБР-К и РВБ-К. В селекторном канале сигнал ВБР-К не снимается до завершения операции. Канал сравнивает выданный адрес с адресом на ШИН-А и (если они равны) выдает команду на ШИН-К и сигнал УПР-К. УВУ принимает команду, сбрасывает сигнал АДР-А и выдает на ШИН-А байт состояния и сигнал УПР-А. Если ВУ может выполнить команду, то начальный байт состояния равен нулю. В ответ на сигнал УПР-А канал отвечает сигналом ИНФ-К, принимая байт состояния (или сигнал УПР-К, если не может принять байт состояния). В ответ на сигнал ИНФ-К (УПР-К) УВУ сбрасывает сигнал УПР-А, после чего канал сбрасывает сигнал ИНФ-К (УПР-К), завершая последовательность начальной выборки.

Последовательность сигналов начальной выборки ВУ показана на рис. 3.3.

Если адресуемое УВУ содержит байт состояния по результатам выполнения предыдущей операции ввода-вывода, или воздействия извне, то в конце начальной выборки оно выдает все указатели байта состояния вместе с указателем ЗАНЯТО. При этом новая команда не выполняется. Если УВУ отвергает команду (как

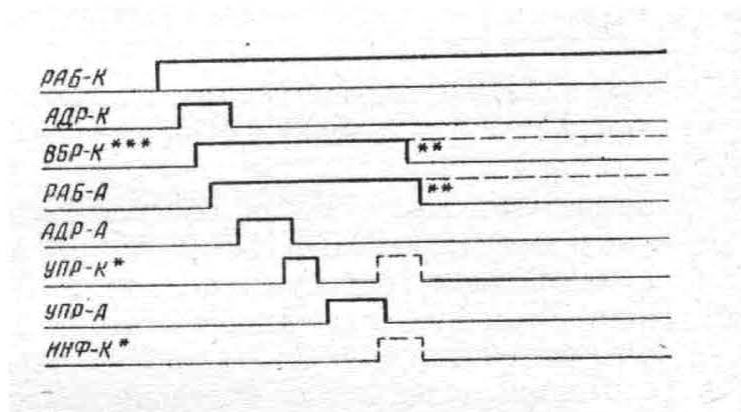


Рис. 3.3. Последовательность сигналов начальной выборки ВУ:

* Мультиплексный канал отвечает на сигнал УПР-А либо сигналом ИНФ-К, либо сигналом УПР-К. Селекторный канал обычно отвечает на сигнал УПР-А только сигналом ИНФ-К.

** Сигнал ВБР-К может быть сброшен в течение последовательности начальной выборки ВУ или оставаться установленным до завершения ОВВ. Это зависит от канала. *** Сигналы ВБР-К и РВБ-К выдаются вместе.

не имеющую отношения к нему), то оно отвечает байтом состояния с указателем СВОИ В УСТРОЙСТВЕ, а команда не выполняется и указатели об окончании операции не формируются.

Последовательность сигналов выборки занятого УВУ. Если адресуемое УВУ занято выполнением ранее начатой операции или содержит байт состояния для другого ВУ этого же УВУ, то УВУ отвечает каналу байтом состояния с указателем ЗАНЯТО путем последовательности сигналов начальной выборки ВУ или последовательности сигналов занятого УВУ.

Последовательность сигналов выборки занятого УВУ начинается с выдачи адреса ВУ на ШИН-К и сигнала АДР-К. Далее канал выдает сигнал ВБР-К. УВУ, опознавшее адрес, при поступлении на его вход сигнала ВБР-К блокирует его дальнейшее распространение и выдает байт состояния с указателем ЗАНЯТО и сигнал УПР-А. Сигнал РАБ-А не выдается. Получив байт состояния, канал сбрасывает сигнал ВБР-К;

УВУ отвечает сбросом сигнала УПР-А и отключается от интерфейса. Канал сохраняет сигнал АДР-К до сброса сигнала УПР-А. Сбросом сигнала АДР-К завершается последовательность сигналов выборки занятого УВУ (рис. 3.4.).

Последовательность сигналов выборки занятого УВУ. Если адресуемое УВУ занято выполнением ранее начатой операции или содержит байт состояния для другого ВУ этого же УВУ, то УВУ отвечает каналу байтом состояния с указателем ЗАНЯТО путем последовательности сигналов начальной выборки ВУ или последовательности сигналов занятого УВУ.

Последовательность сигналов выборки занятого УВУ начинается с выдачи адреса ВУ на ШИН-К и сигнала АДР-К. Далее канал выдает сигнал ВБР-К. УВУ, опознавшее адрес, при поступлении на его вход сигнала ВБР-К блокирует его дальнейшее распространение и выдает байт состояния с указателем ЗАНЯТО и сигнал УПР-А. Сигнал РАБ-А не выдается. Получив байт состояния, канал сбрасывает сигнал ВБР-К; УВУ отвечает сбросом сигнала УПР-А и отключается от интерфейса. Канал сохраняет сигнал АДР-К до сброса сигнала УПР-А. Сбросом сигнала АДР-К завершается последовательность сигналов выборки занятого УВУ (рис. 3.4.).

Последовательность сигналов выборки, вводимой УВУ. Когда УВУ требуется связь с каналом для передачи или принятия данных

или передачи байта состояния оно выдает сигнал ТРБ-А. На сиг над ТРБ-А канал выдает сигнал ВБР-К (осуществляет выборка УВУ без засылки адреса ВУ на ШИН-К и без выдачи АДР-К) который последовательно проходит через все подсоединенные к интерфейсу УВУ. На линии ТРБ-А могут быть одновременно сигналы от нескольких УВУ. Канал обслуживает УВУ, выдавшие сигналы, ТРБ-А, в порядке присвоенных этим УВУ приоритетов:

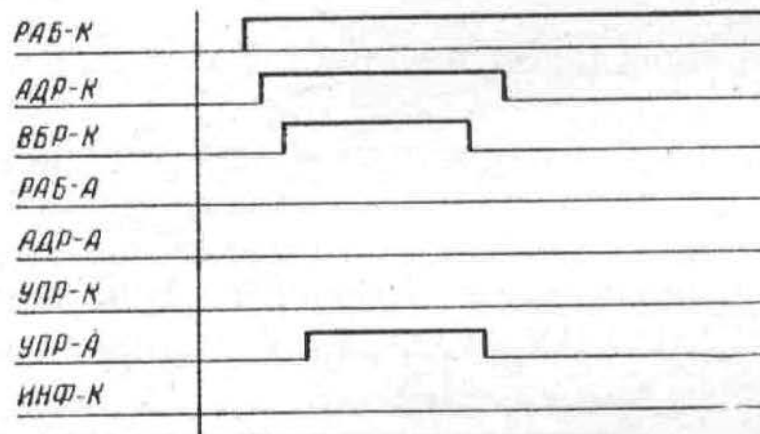


Рис. 3.4. Последовательность сигналов выборки занятого УВУ

УВУ с высшим приоритетом обслуживается раньше, чем УВУ с низким приоритетом. Распространение сигнала ВБР-К блокируется первым же УВУ, требующим обслуживания. УВУ при появлении сигнала ВБР-К сбрасывает сигнал ТРБ-А, выдает сигнал РАБ-А, помещает адрес ВУ на ШИН-А и выдает сигнал АДР-А. Канал принимает адрес ВУ и отвечает сигналом УПР-К, что означает указание ПРОДОЛЖИТЬ. УВУ сбрасывает сигнал АДР-А, а канал отвечает сбросом сигнала УПР-К. На этом

последовательность сигналов выборки, вводимой УВУ, заканчивается и далее следует либо последовательность передачи данных, либо передачи состояния (рис. 3.5).

Последовательность сигналов передачи данных. УВУ может потребовать передачу данных после последовательности сигналов начальной выборки ВУ. Для передачи данных в канал УВУ выдает байт данных на ШИН-А и сигнал ИНФ-А, которые сохраняются до тех пор, пока канал не ответит сигналом идентификации канала. Чтобы потребовать

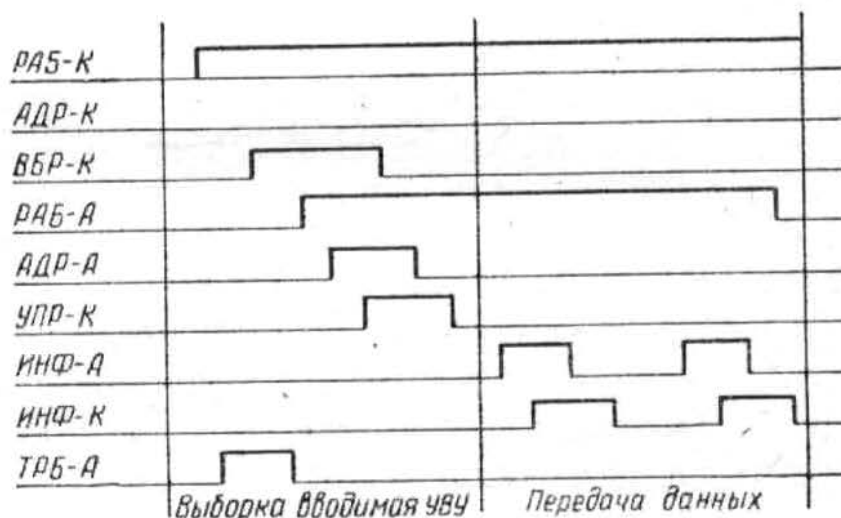


Рис. 3.5. Последовательность сигналов выборки, вводимой УВУ, и передача данных

данные от канала, УВУ выдает сигнал ИНФ-А, канал отвечает выдачей байта данных на ШИН-К и сигнала ИНФ-К, которые сохраняются до сбора сигнала ИНФ-А, после чего канал сбрасывает сигнал ИНФ-К.

Данные могут передаваться в виде одного или нескольких байт данных (пакетов). УВУ остается связанным с каналом на время передачи этих данных. Продолжительность связи может определить канал (селекторный), сохраняя сигнал ВБР-К (нельзя сбросить сигнал РАБ-А при наличии сигнала ВБР-К) или УВУ, сохраняя сигнал РАБ-А при сброшенном сигнале ВБР-К (монопольный режим в мультиплексном канале). Продолжительность связи определяет два режима передачи: мультиплексный и монопольный.

При мультиплексном режиме передачи информации обеспечивается одновременное выполнение в канале нескольких операций ввода-вывода. Этот режим характеризуется тем, что каждая операция во времени разбивается на интервалы, последовательность передач составляется из чередующихся интервалов в общем случае различных операций. Интервал включает подключение УВУ к каналу и передачу одного или нескольких байт данных или информации состояния. В таком режиме обычно работают медленные ВУ мультиплексного канала.

Считается, что передача данных осуществляется в мультиплексном режиме, если время, затраченное УВУ на передачу одного или нескольких байт данных в процессе

одной последовательности сигналов в интерфейсе ввода – вывода, не превышает 32 мкс.

В монопольном режиме передачи выполняется только одна , операция ввода–вывода в канале от начала и до конца за одно подключение УВУ к каналу. В таком режиме передачи работают высокоскоростные ВУ мультиплексного канала и селекторный канал. Режим считается монопольным, если для передачи пакета данных для УВУ требуется время, превышающее 32 мкс.

Последовательность сигналов окончания операции (передачи состояния).

Операция ввода–вывода завершается после окончания передачи конечных байт состояния в канал из УВУ и ВУ. Эти байты состояния формируются при продолжении операции ввода–вывода до нормального окончания и указывают каналу условия, при которых закончилась операция на ВУ.

Для передачи конечного байта состояния в канал УВУ помещают его на ШИН-А и устанавливают сигнал УПР-А. Канал в ответ устанавливает либо сигнал ИНФ-К, либо сигнал УПР-К. Выдача сигнала ИНФ-К означает, что канал принял байт состояния; выдача сигнала УПР-К означает, что канал не может принять байт состояния в данный момент и УВУ должно запомнить свой байт состояния и передать его позже, когда канал сможет принять. Канал может управлять последующей передачей байта состояния путем выдачи сигнала БЛК-К, который блокирует передачу состояния. Если сигнал БЛК-К сброшен, то цикл передачи конечного байта состояния повторяется до тех пор, пока канал не примет байт состояния.

В селекторном канале последовательность сигналов окончания операции следует за последовательностью передачи данных. В мультиплексном канале последовательности окончания операции предшествует последовательность сигналов выборки, вводимой УВУ.

Обычно в конечном байте состояния должны быть или оба одновременно или один из указателей КАНАЛ КОНЧИЛ, УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО, по которым канал определяет степень завершенности операции ввода–вывода.

Процедура окончания операции может быть введена как ВУ, так и каналом. В первом случае в конечном байте состояния могут одновременно быть оба указателя КАНАЛ КОНЧИЛ и УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО, если они одновременно возникли в ВУ. Во втором случае после выдачи указания останова (см. указание ОСТАНОВ) возникает указатель КАНАЛ КОНЧИЛ, а затем указатель УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО, когда ВУ закончит операцию и достигнет точки покоя. Если указатели КАНАЛ КОНЧИЛ и УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО возникают одновременно, то в канал передается один конечный байт состояния с этими указателями. Если указатель УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО не появляется одновременно с указателем КАНАЛ КОНЧИЛ, то в канал передаются два конечных байта состояния: сначала с указателем КАНАЛ КОНЧИЛ, а затем с указателем УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО, причем байт состояния с указателем УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО передается в канал путем дополнительной последовательности сигналов окончания операции.

Указатель ВНИМАНИЕ, который не относится к ранее начатой операции, и указатель УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО, возникший в результате перехода ВУ из состояния НЕ ГОТОВО в состояние ГОТОВО, также передаются в канал путем последовательности

сигналов окончания операции.

Операция ввода–вывода считается законченной после принятия каналом байта состояния с указателем УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО.

3.4.2. Последовательности сигналов управления

Последовательности сигналов управления используются для управления течением операции ввода–вывода, передачи специальных указаний ВУ, приведения системы ввода–вывода в исходное состояние. Имеются следующие последовательности сигналов управления:

ПРОДОЛЖИТЬ;
ОСТАНОВ;
ЗАПОМНИТЬ СОСТОЯНИЕ;
Блокировка данных;
Блокировка состояния;
Определение цепочки команд;
ОТКЛЮЧЕНИЕ ОТ ИНТЕРФЕЙСА;
Селективный сброс;
Сброс системы.

Указание ПРОДОЛЖИТЬ. В любой последовательности сигналов, кроме начальной выборки ВУ, выдача сигнала УПР-К в ответ на сигнал АДР-А означает указание ПРОДОЛЖИТЬ, т. е. ВУ может продолжить связанные с текущей операцией ввода – вывода последовательности сигналов в интерфейсе.

Указание ОСТАНОВ. Сигнал УПР-К в ответ на сигнал ИНФ-А означает указание ОСТАНОВ, которое может выполняться до получения каналом байта состояния с указателем КАНАЛ КОНЧИЛ для текущей операции. По указанию ОСТАНОВ ВУ продолжает работу до нормальной точки окончания операции, не выдавая сигнала ИНФ-А, и остается занятым до сформирования и принятия каналом байта состояния с указателями окончания операции.

Указание ЗАПОМНИТЬ СОСТОЯНИЕ. Выдача сигнала УПР-К в ответ на сигнал УПР-А означает указание ЗАПОМНИТЬ СОСТОЯНИЕ, указывающее УВУ, что байт состояния не может быть принят каналом и оно должно сохранить его до принятия. По сигналу УПР-К УВУ должно сбросить сигнал РАБ-А сразу после сброса сигнала ВБР-К, а сигнал УПР-К сохранится до сброса сигнала РАБ-А. Попытка вторичной передачи байта состояния в канал управляется сигналом БЛК-К.

Блокировка данных позволяет регулировать скорость передачи данных с помощью сигнала БЛК-К для тех операций ввода – вывода, которые допускают изменение скорости передачи данных, не вызывая переполнения (операция на полностью буферизованных ВУ, ВУ, работающих в стартстопном режиме, операции по команде ОСНОВНОЕ УТОЧНЕНИЕ). Когда передача ведется в монопольном режиме (сохраняется сигнал ВБР-К или УВУ держит сигнал РАБ-А), УВУ не должно выдавать сигнал ИНФ-А, если есть сигнал БЛК-К при допустимости блокировки данных.

Блокировка состояния. Когда канал не может обработать байт состояния,

вызывающий прерывание, он всегда выдает сигнал БЛК-К. При этом УВУ не должно передавать байт состояния, если блокировка допустима. Блокировка допустима, если УВУ было дано указание ЗАПОМНИТЬ СОСТОЯНИЕ. Байт состояния с указателем КАНАЛ КОНЧИЛ не допускает блокировку до получения указания ЗАПОМНИТЬ СОСТОЯНИЕ за исключением случая, когда для адресуемого ВУ получена последовательность сигналов отключения от интерфейса.

Байт состояния с указателем УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО не допускает блокировку, если определена цепочка команд, до тех-пор, пока не будет получено указание ЗАПОМНИТЬ СОСТОЯНИЕ. Другие асинхронные указатели состояния могут блокироваться в ряде УВУ без указания ЗАПОМНИТЬ СОСТОЯНИЕ.

Определение цепочки команд. Выдача сигнала ИНФ-К в ответ на сигнал УПР-А при наличии сигнала БЛК-К означает прием байта состояния каналом с одновременным указателем цепочки команд, т. е. для ВУ, подсоединенного к интерфейсу, немедленно после получения байта состояния с указателем УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО будет выдана новая команда путем новой последовательности сигналов начальной выборки ВУ, если текущая операция ввода – вывода была выполнена без ошибок. Время, в течение которого будет выдана новая команда, зависит от канала. Введение новой команды на ВУ отменяет цепочку команд. Указатели байта состояния СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ, ОСОБЫЙ СЛУЧАЙ, УВУ КОНЧИЛО, ВНИМАНИЕ отменяют в канале цепочку команд.

Для точного указания цепочки команд сигнал БЛК-К выдается раньше сигнала ИНФ-К и удерживается до сброса сигнала УПР-А.

Подробно действия УВУ по указанию цепочки команд описываются в технических документах на эти УВУ.

Указание **ОТКЛЮЧЕНИЕ ОТ ИНТЕРФЕЙСА.** Выдача сигнала АДР-К и снятие сигнала ВБР-К по крайней мере за 250 нс до завершения любой последовательности сигналов означает указание ОТКЛЮЧЕНИЕ ОТ ИНТЕРФЕЙСА. После сброса сигнала РАВ-А канал снимает сигнал АДР-К, завершая последовательность отключения от интерфейса. Получив указание ОТКЛЮЧЕНИЕ ОТ ИНТЕРФЕЙСА, УВУ снимает все сигналы с линий интерфейса (возможно исключение для сигналов ТРБ-А и ИЗМ-А). По достижении точки нормального окончания операции УВУ выдает байт состояния. Любое ненормальное течение операции фиксируется в байте состояния указателем СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ, а детальная информация о сбое находится в уточненном байте состояния, который может быть получен выполнением на данном ВУ команды УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ.

УВУ не должно формировать новый байт состояния как результат отключения от интерфейса, если указание ОТКЛЮЧЕНИЕ ОТ ИНТЕРФЕЙСА было получено до передачи в канал начального байта состояния или после приема каналом байта состояния с указателем УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО.

Селективный сброс. Выдача сигнала БЛК-К с последующим сбросом сигнала РАВ-К является признаком селективного сброса, по которому УВУ, подключенное в данный момент к каналу через интерфейс, сбрасывает сигнал РАВ-А и указатели состояния ВУ (состояние ГОТОВО или НЕ ГОТОВО не изменяется). Выполняемая ВУ операция продолжается до конца, если это возможно, но без передачи данных. После сброса в

канал может быть передан байт состояния с указателем УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО. Сигнал РАВ-К должен отсутствовать до сброса сигнала РАВ-А.

Селективный сброс вводится каналом только при обнаружении каналом сбоя или перерыва в работе канала.

Действия ВУ по селективному сбросу описываются в технических документах на ВУ.

Сброс системы вызывается при одновременном сбросе сигналов РАВ-К и БЛК-К. При этом ВУ должны находиться в режиме совместной работы с каналом. Сброс системы вызывает сброс сигнала РАВ-А и осуществляется перевод всех УВУ и обслуживаемых ими ВУ, включая указатели состояния (состояние ГОТОВО и НЕ ГОТОВО УВУ не изменяется), в начальное состояние.

Сброс системы подготавливает ВУ к начальному вводу и выполняется при нажатии кнопок сброса системы, включения питания системы и как часть процесса начального ввода.

Действия ВУ по сбросу системы описываются в технических документах на ВУ.

3.5. КОМАНДЫ КАНАЛА

УВУ декодирует байт команды только в процессе начальной выборки ВУ. Младшие разряды байта команды определяют тип операции ввода-вывода, старшие разряды-модификацию основной операции. Модификация определяется на уровне УВУ или ВУ.

Основные команды канала, передаваемые в УВУ, приведены в табл. 3.2 и 3.3.

Таблица 3.2

Наименование команды-операции ввода - вывода	Разряды байта команды								
	К	0	1	2	3	4	5	6	7
ПРОВЕРИТЬ ВВОД-ВЫВОД	1	0	0	0	0	0	0	0	0
УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ	К	М	М	М	М	0	1	0	0
СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ	К	М	М	М	М	1	1	0	0
ЗАПИСАТЬ	К	М	М	М	М	М	М	0	1
СЧИТАТЬ	К	М	М	М	М	М	М	1	0
УПРАВЛЕНИЕ	К	М	М	М	М	М	М	1	1

* М - разряд модификатора; К-контрольный разряд по четности.

Таблица 3.5.

Наименование команды	Разряды байта команды								
	К	0	1	2	3	4	5	6	7
ОСНОВНОЕ УТОЧНЕНИЕ	0	0	0	0	0	0	1	0	0
ОСНОВНОЕ СЧИТЫВАНИЕ*	0	0	0	0	0	0	0	1	0
ХОЛОСТОЙ ХОД 1	1	0	0	0	0	0	0	1	1

* Команда применяется для первоначального ввода в дополнение к основным операциям считывания.

Команды УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ, СЧИТАТЬ и УПРАВЛЕНИЕ с нулевыми разрядами модификатора декодируются всеми ВУ в соответствии с табл. 3.3. Команда ПРОВЕРИТЬ ВВОД-ВЫВОД воспринимается в УВУ как команда канала, хотя она вводится по команде управления каналами Т/О в то время, как все остальные команды канала вводятся по

команде управления каналами «S/0.

Команда **СЧИТАТЬ**. По этой команде данные передаются от УВУ к каналу, которые считываются с носителя ВУ и записываются в оперативную память в порядке последовательного увеличения адресов.

Команда **СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ**. По этой команде данные передаются от УВУ к каналу, которые считываются с носителя ВУ, движущегося в обратном направлении. и записываются в оперативную память в порядке убывания адресом.

Команда **ЗАПИСАТЬ**. По команде ЗАПИСАТЬ выполняются передачи данных от канала к абоненту и запись их на носитель информации в ВУ.

Команда **УПРАВЛЕНИЕ**. Команда типа УПРАВЛЕНИЕ аналогична команде ЗАПИСАТЬ за исключением того, что УВУ декодирует весь код команды, включая разряды модификатора.

При выполнении некоторых команд типа УПРАВЛЕНИЕ возможна передача нескольких байт данных (дополнительной информации команды). Если данные не передаются, то в конце начальной выборки передается байт состояния с указателем КАНАЛ КОНЧИЛ.

Команда ХОЛОСТОЙ ХОД не вызывает никаких действий в ВУ.

Команда **УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ** выполняется так же, как и команда СЧИТАТЬ, только данные поступают с индикаторов состояния, а не с носителя информации. Команда ОСНОВНОЕ УТОЧНЕНИЕ вводит операцию считывания уточненного состояния для всех ВУ. Она не меняет состояние или режим работы абонента. Всякое исправное УВУ должно отреагировать на команду ОСНОВНОЕ УТОЧНЕНИЕ даже, если ВУ находится в состоянии НЕ ГОТОВ (т. е. не может выполнять механические и электрические действия, необходимые для других операций).

Команда **ПРОВЕРИТЬ ВВОД-ВЫВОД** используется для снятия ожидающей прерывания информации состояния с целью освобождения пути доступа к адресуемому ВУ. В ответ на эту команду ВУ посылает хранимый байт состояния со всеми указателями, новая операция не начинается. Если ВУ не хранит информации состояния, то выдается нулевой байт состояния.

Некоторые операции ввода – вывода не требуют передачи данных или дополнительной управляющей информации и могут завершаться в течение последовательности сигналов начальной выборки ВУ. Такая операция считается немедленной, если она удовлетворяет следующим требованиям:

для ее выполнения достаточно информации, содержащейся в байте команды, и не требуется передачи данных или управляющей информации;

указатель КАНАЛ КОНЧИЛ выдается в начальном байте состояния.

3.6. ИНФОРМАЦИЯ СОСТОЯНИЯ

3.6.1. Основной байт состояния

Для отражения состояния устройства в процессе начала, выполнения и окончания операции ввода-вывода используются основной байт состояния (или просто байт состояния, табл. 3.4) и байты уточненного состояния устройства.

Таблица 3.4

Разряды байта состояния	Наименование указателя
К	Контрольный
0	ВНИМАНИЕ
1	МОДИФИКАТОР
2	УВУ КОНЧИЛО
3	ЗАНЯТО
4	КАНАЛ КОНЧИЛ
5	УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО
6	СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ
7	ОСОБЫЙ СЛУЧАЙ

Байт состояния передается в канал в следующих случаях:

при начальной выборке ВУ;

для передачи в канал указателя КАНАЛ КОНЧИЛ при окончании передачи данных;

для передачи в канал указателя УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО в конце операции;

для передачи в канал запомненного состояния, когда разрешено это сделать;

для передачи в канал любого состояния, вызванного вмешательством оператора (ВНИМАНИЕ, УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО при переходе ВУ из состояния НЕ ГОТОВ в состояние ГОТОВО;

для передачи в канал состояния с указателем УВУ КОНЧИЛО или УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО, чтобы сообщить каналу, что УВУ или ВУ, которое во время предшествующего запроса было занято, теперь свободно.

Индикаторы состояния в устройстве сбрасываются, когда канал принимает байт состояния и повторно байт состояния в канал не выдается. В зависимости от момента выдачи байта состояния, связанного с операцией ввода-вывода, различают начальный, первый и второй байты состояния.

Начальный байт состояния выдается в процессе начальной выборки ВУ, в котором сообщается каналу состояние устройства при введении операции.

Первый байт состояния выдается в канал с указателем КАНАЛ КОНЧИЛ по окончании передачи данных, указывающий, как завершилась передача данных через интерфейс и что интерфейс больше устройству не нужен.

Второй байт состояния выдается в канал с указателем УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО, указывая каналу, как завершилась операция. Второй байт состояния в канал не выдается, если указатель УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО выдан одновременно с указателем КАНАЛ КОНЧИЛ.

3.6.2 Указатели байта состояния

Указатель ВНИМАНИЕ формируется в ВУ при возникновении асинхронного сигнала и не связан с началом, выполнением или окончанием операции ввода-вывода.

Указатель **МОДИФИКАТОР** используется для указания каналу, что команда ПРОВЕРИТЬ ВВОД-ВЫВОД не может быть выполнена или чтобы отличить занятость УВУ от занятости ВУ.

Указатель УВУ КОНЧИЛО используется только теми УВУ, которые обслуживают несколько ВУ или работают на несколько направлений (каналов) и если было к нему

обращение в момент его занятости.

Указатель **ЗАНЯТО** выдается только в начальной байте состояния и означает, что ВУ или УВУ выполняет ранее введенную операцию или имеет информацию состояния для предыдущей операции.

Указатель **КАНАЛ КОНЧИЛ** выдается при завершении передачи данных между ВУ и каналом, указывая, что передача данных завершилась и интерфейс больше не нужен или в конце начальной выборки при выполнении команды типа УПРАВЛЕНИЕ, когда ВУ приняло команду, по которой необходимо выполнить механические действия (например, перемотать ленту).

Указатель **УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО** выдается при завершении операции ввода-вывода на ВУ (или при переходе из состояния НЕ ГОТОВ в состояние ГОТОВ)* (*Состояние НЕ ГОТОВ означает, что ВУ требует вмешательства оператора, чтобы стать работоспособным. Состояние НЕ ГОТОВ может возникнуть, например, по таким причинам: не заправлена лента в НМЛ; кончились карты в устройстве ввода на перфокарты; кончилась бумага на печатающем устройстве; случилась ошибка или сбой, требующий вмешательства оператора и др.) и означает, что ВУ завершило текущую операцию ввода-вывода и для каждой операции формируется один раз.

Указатель **СВОИ В УСТРОЙСТВЕ** фиксирует в ВУ или в УВУ сбои в работе оборудования или ошибки в программе, детальная информация о которых фиксируется в байтах уточненного состояния, которые могут быть переданы в канал по команде УТОЧНИТЬ СОСТОЯНИЕ.

Указатель **ОСОБЫЙ СЛУЧАЙ** формируется в ВУ, когда оно обнаруживает положение, не возникающее в обычных условиях, и имеет единственное значение для каждой команды и типа ВУ. Байты уточненного состояния при этом не формируются.

3.6.3. Байты уточненного состояния

В первых двух байтах уточненного состояния (количество их не ограничивается) фиксируются детальные сведения о сбоях и ошибках, возникающих при выполнении последней операции ввода-вывода. В последующих байтах находится диагностическая информация. Количество и значение байт уточненного состояния оговаривается для каждого ВУ. Для большинства ВУ первые шесть разрядов первого байта уточненного состояния одинаковы и приводятся в табл. 3.5.

Таблица 3.5

Разряды байта уточненного состояния	Наименование указателя
0	КОМАНДА ОТВЕРГНУТА
1	ТРЕБУЕТСЯ ВМЕШАТЕЛЬСТВО
2	ОШИБКА НА ШИН-К
3	СВОИ В ОБОРУДОВАНИИ
4	ОШИБКА В ДАННЫХ
5	ПЕРЕПОЛНЕНИЕ

3.6.4. Указатели байта уточненного состояния

Указатель **КОМАНДА ОТВЕРГНУТА** формируется при обнаружении в ВУ ошибки программы, т. е. когда из канала в ВУ выдана команда не для данного ВУ.

Указатель ТРЕБУЕТСЯ ВМЕШАТЕЛЬСТВО формируется, когда для выполнения операции ввода–вывода на ВУ требуется вмешательство оператора (например, заправить бумагу, заложить перфокарты в карман соответствующего ВУ и т. д.).

Указатель ОШИБКА НА ШИН-К формируется, когда ВУ или УВУ получает на ШИН-К байт данных или команду с неправильной четностью. При ошибке в данных операция продолжается, при ошибке в команде не начинается.

Указатель **СБОЙ В ОБОРУДОВАНИИ** формируется, когда ВУ или УВУ при выполнении последней операции фиксирует сбой в логических схемах, включенных между интерфейсом и носителем информации. Операция прекращается.

Указатель **ОШИБКА В ДАННЫХ** формируется, когда ВУ или УВУ обнаруживает ошибку в данных (кроме ШИН-К), связанных с носителем информации. Операция прекращается.

Указатель **ПЕРЕПОЛНЕНИЕ** возникает, когда канал не может вовремя ответить на требование ВУ для передачи данных (при работе с небуферизованным УВУ). При возникновении переполнения передача данных прекращается.

Подробно условия формирования указателей байта состояния и байта уточненного состояния для каждого ВУ и УВУ указываются в технической документации на соответствующие ВУ и УВУ.

3.7. ВРЕМЕННЫЕ СООТНОШЕНИЯ И ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ИНТЕРФЕЙСЕ

ВВОДА–ВЫВОДА

Временные соотношения при работе интерфейса. В связи с тем что сигналы передаются через линии интерфейса ввода–вывода по принципу «запрос–ответ», некоторые виды отказов оборудования могут привести к тому, что канал «повиснет» до тех пор, пока ошибка не будет обнаружена и устранена. Поэтому отказы оборудования определяются путем контроля временных соотношений между сигналами интерфейса. В данном разделе для каждого случая дается максимальное (допустимое) время при наихудших условиях.

Для всех УВУ (независимо от их схемного решения) при выполнении любой последовательности сигналов интерфейса допускается максимальное время 32 мкс (для выдачи всех сигналов последовательности), которое считается с момента поступления сигнала ВВР-К на вход УВУ. Некоторые последовательности сигналов интерфейса могут превышать эту длительность из-за задержек, вносимых каналом, и задержек, связанных с необходимостью работы внешнего устройства в монопольном режиме передачи, когда ВУ требуется время для достижения требуемой области информации на носителе (не более 500 мс).

Канал обнаруживает отказ в работе оборудования, если время перерыва в работе интерфейса ввода–вывода превышает 30 с. Если УВУ не требуется сигнал УВУ, то оно должно пропустить его на выход УВУ в течение 600 нс. Ни в каких ситуациях это время не должно превышать 1,8 мкс для одного УВУ.

Переключение УВУ на автономную работу. При работе в автономном режиме УВУ не должно влиять на код операций между каналом и другими УВУ того же интерфейса. УВУ, работающее в автономном режиме, должно обеспечивать: возможность

распространения сигнала ВБР-К логическими средствами; блокировку усилителей-передатчиков, подсоединенных к другим линиям, с целью устранения их влияния на работу интерфейса.

Перевод УВУ в автономный режим работы возможен, если переключатель режима установлен в положение АВТОНОМНАЯ РАБОТА; на линиях интерфейса данное УВУ не выдало сигнала РАВ-А или УПР-А и т. д.; УВУ не содержит запомненную или ожидающую информацию состояния; в УВУ нет указания о ЦК. В противном случае может возникнуть сбой при переводе УВУ в автономный режим работы.

При переводе УВУ из автономного режима работы в режим совместной работы с интерфейсом ввода-вывода его вручную переводят из состояния НЕ ГОТОВ в состояние ГОТОВ, при этом формируется указатель УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО и передается в канал.

Включение и выключение питания. Выключение питания на УВУ не должно оказывать влияния на выполнение операций с другими УВУ, подключенными к интерфейсу. УВУ, на котором выключено питание, должно обеспечивать обходной путь для сигнала ВБР-К. Необходимо исключить влияние усилителей-приемников и усилителей-передатчиков этого УВУ на сигналы интерфейса.

Выключение питания выполняется в следующей последовательности:

УВУ логически отключается от интерфейса (включается индикатор на панели). Логическое отключение может осуществляться, например, переводом УВУ в автономный режим работы;

замыкается обходной путь для сигнала ВБР-К (механический контакт 1 на рис. 3.6);

отсоединяется усилитель-приемник от линии ВБР-К (механический контакт 2 на рис. 3.6);

блокируется усилитель-передатчик на корпус с помощью механического контакта 3 (рис. 3.6);

выключается питание.

Включение питания осуществляется в обратном порядке.

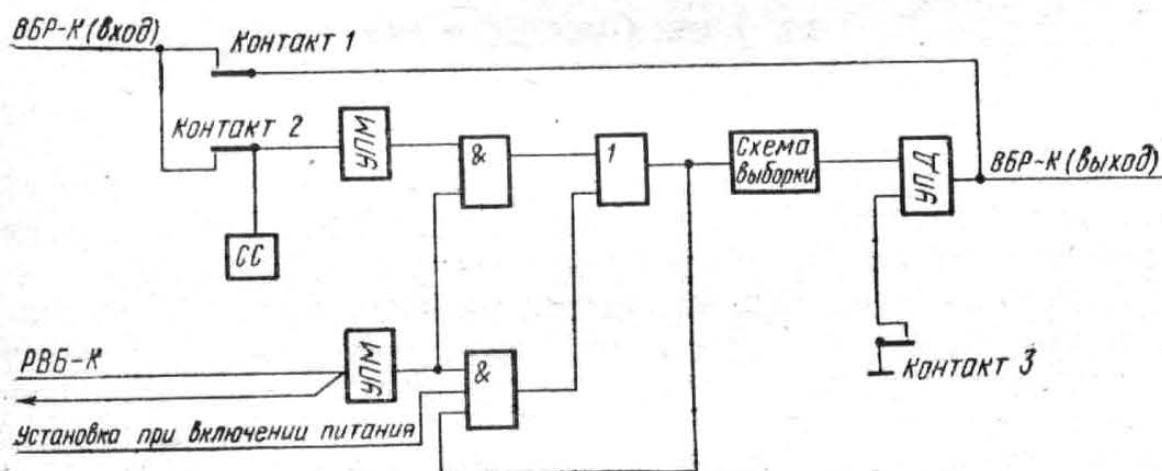


Рис. 3.6. Прохождение сигнала ВБР-К через УВУ

3.8. ВЫПОЛНЕНИЕ ОПЕРАЦИИ ВВОДА–ВЫВОДА

Любые операции ввода–вывода, связанные с ВУ, предполагают передачу через интерфейс ввода–вывода одной или нескольких последовательностей сигналов выполнения операций ввода–вывода, а управление ходом выполнения операций на ВУ производится посредством последовательностей сигналов управления. Выполнение операции, включающей передачу данных, может протекать либо в монопольном, либо в мультиплексном режимах. Так, выполнение команды ЗАПИСАТЬ в монопольном режиме предполагает использование следующих последовательностей сигналов интерфейса ввода–вывода: начальной выборки ВУ, передачи данных (из канала в ВУ), останова (если канал раньше определяет окончание операции), окончания операции (для передачи байта состояния с указателем КАНАЛ КОНЧИЛ) с отключением от интерфейса, последовательности сигналов выборки, вводимой УВУ, окончания операции (для передачи в канал байта состояния с указателем УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО).

Выполнение той же операции в мультиплексном режиме требует тех же последовательностей сигналов, но только перед каждой передачей байта данных, пакета данных и байта состояния выполняется последовательность сигналов выборки, вводимой УВУ, затем передача данных или состояния с отключением от интерфейса после каждой передачи данных или состояния. Операции управления могут выполняться в течение одной последовательности сигналов начальной выборки ВУ.

Поскольку сигналы интерфейса ввода–вывода, выдаваемые каналом и УВУ взаимосвязаны, то возможно «зависание» операции ввода–вывода в канале из-за неисправности в оборудовании. Для предотвращения этого в канале имеются средства контроля перерывов в работе интерфейса, с помощью которых фиксируется ошибка, если перерыв в работе интерфейса превышает допустимые пределы.

3.9. АДРЕСАЦИЯ ВУ И УВУ

Для адресации ВУ используется восьмиразрядный адрес, причем:

1. УВУ, обслуживающему только одно ВУ, присваивается любой адрес от 0 до 255 и логически такое УВУ образует единое целое с ВУ; адреса ВУ и УВУ в этом случае совпадают.

2. ВУ, подключенным к одному групповому УВУ, присваивается группа смежных адресов, число в группе определяется максимально возможным числом обслуживаемых ВУ или числом 16 в зависимости от того, которое из этих чисел меньше; группа должна начинаться с адреса, в котором количество нулей младших разрядов по крайней мере равно количеству двоичных разрядов, требуемых для определения объема группы; старшие разряды в этом случае определяют УВУ, а младшие – ВУ данного УВУ.

3. УВУ, имеющему более 16 ВУ, адреса присваиваются не обязательно смежными группами чисел, но в каждой такой группе должно быть не более 16 адресов, а общее число адресов в группах должно равняться числу обслуживаемых ВУ.

4. УВУ и ВУ, связанные с двумя и более каналами, должны иметь различные адреса для каждого пути связи.

5. ВУ, которые подсоединяются к двум или более УВУ, должны иметь постоянный адрес для всех путей доступа к данному ВУ.

Адрес присваивается во время установки оборудования и с этого момента адреса обычно не изменяются.

3.10. ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕРФЕЙСА ВВОДА–ВЫВОДА

Технически интерфейс ввода–вывода реализован в виде 38 функционально разделенных линий (4 из которых резервные), физически размещенных в двух кабелях по 20 линий в каждом кабеле (2 линии в одном кабеле используются для подсоединения к корпусу и не являются линиями интерфейса). Кабели подсоединяются к каналу и УВУ посредством разъемов на 40 контактов.

Для сигнальных линий интерфейса используется коаксиальный кабель. Для каждой линии интерфейса предназначается два контакта разъема (один для жилы, второй для экрана). Стандартная распайка разъемов показана на рис. 3.7.

Все УВУ подключаются к интерфейсу канала последовательно (рис. 3.8). При физическом отключении УВУ от интерфейса кабели соединяются между собой через переходную коробку.

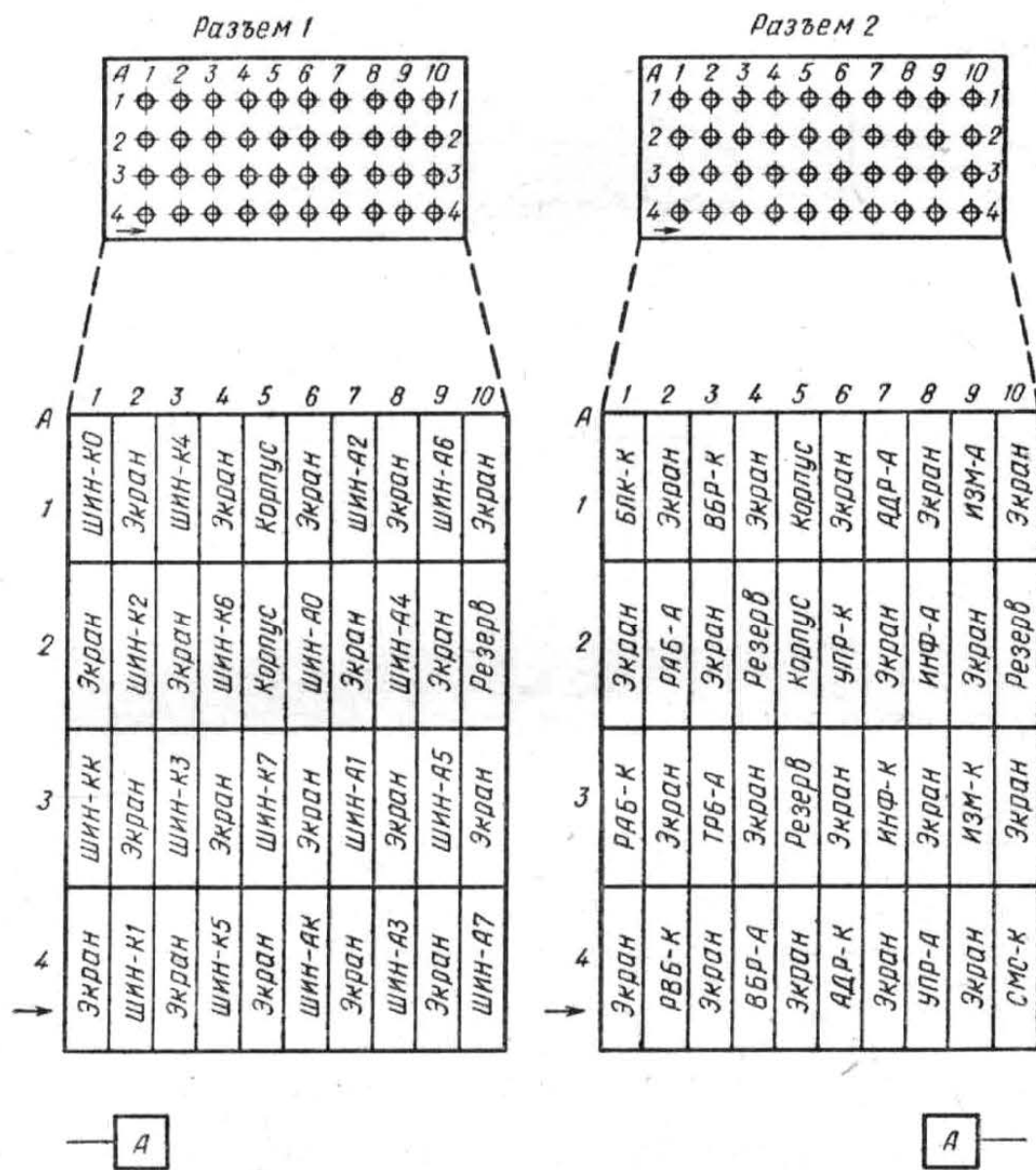


Рис. 3.7. Назначение контактов в штыревых частях разъема интерфейса ввода – вывода

В канале и в УВУ кабели интерфейса связаны с усилителями-передатчиками (УПД) для передачи сигналов в интерфейс и с усилителями-приемниками (УПМ) для приема сигналов с линий интерфейса. Прохождение линий интерфейса от канала через все подключенные УВУ и в обратном направлении показано на рис.3.2.

Только линии ВБР-К и ВБР-А- проходят через все УВУ последовательно, остальные линии интерфейса подводятся ко всем УВУ интерфейса параллельно. К одному интерфейсу можно подключить до восьми УВУ. В каждом УВУ интерфейса имеется обходной путь для сигнала ВБР-К (ВБР-А)-, который включается при выключении на УВУ питания, чем обеспечивается неразрывный путь сигнала выборки (см. рис. 3.6).

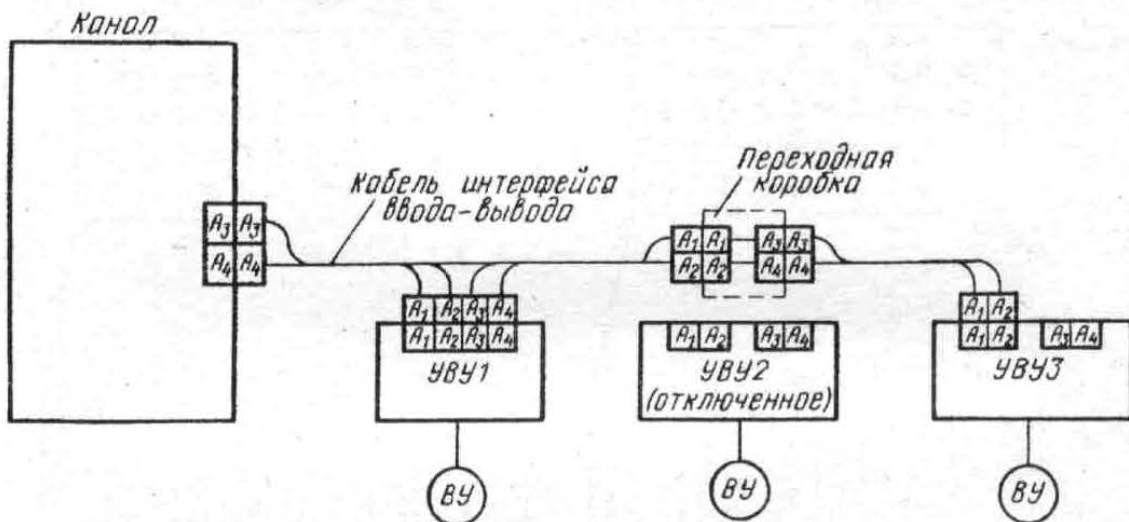


Рис. 3.8. Подключение УВУ к интерфейсу ввода – вывода посредством кабелей

Все линии интерфейса согласуются с помощью схем согласования (СС на рис. 3.2) за исключением линии сигнала ВБР-К, которая согласуется с одного приемного конца в каждом УВУ. В качестве схем согласования используются сопротивления. Максимальная суммарная физическая длина кабелей одного интерфейса не превышает 50 м. При большей длине кабелей интерфейса используются ретрансляторы интерфейса.

3.11. ДИАГРАММЫ АЛГОРИТМА РАБОТЫ ИНТЕРФЕЙСА ВВОДА–ВЫВОДА

Диаграммы алгоритма и временные диаграммы работы интерфейса ввода–вывода селекторного и мультиплексного каналов при выполнении операций ввода–вывода показаны на рис. 3.9–3.12:

1. В логическом блоке действия или ветвления указывается индекс канала (К) или управление внешним устройством (УВУ).
2. Все действия над сигналом ВБР-К предполагают также соответствующие действия над сигналом РВВ-К.
3. Для опознания адреса требуется расшифровка всего байта (8 разрядов адреса плюс разряд четности).
4. УВУ может быть занято, если оно работает с ВУ или содержит информацию о состоянии.

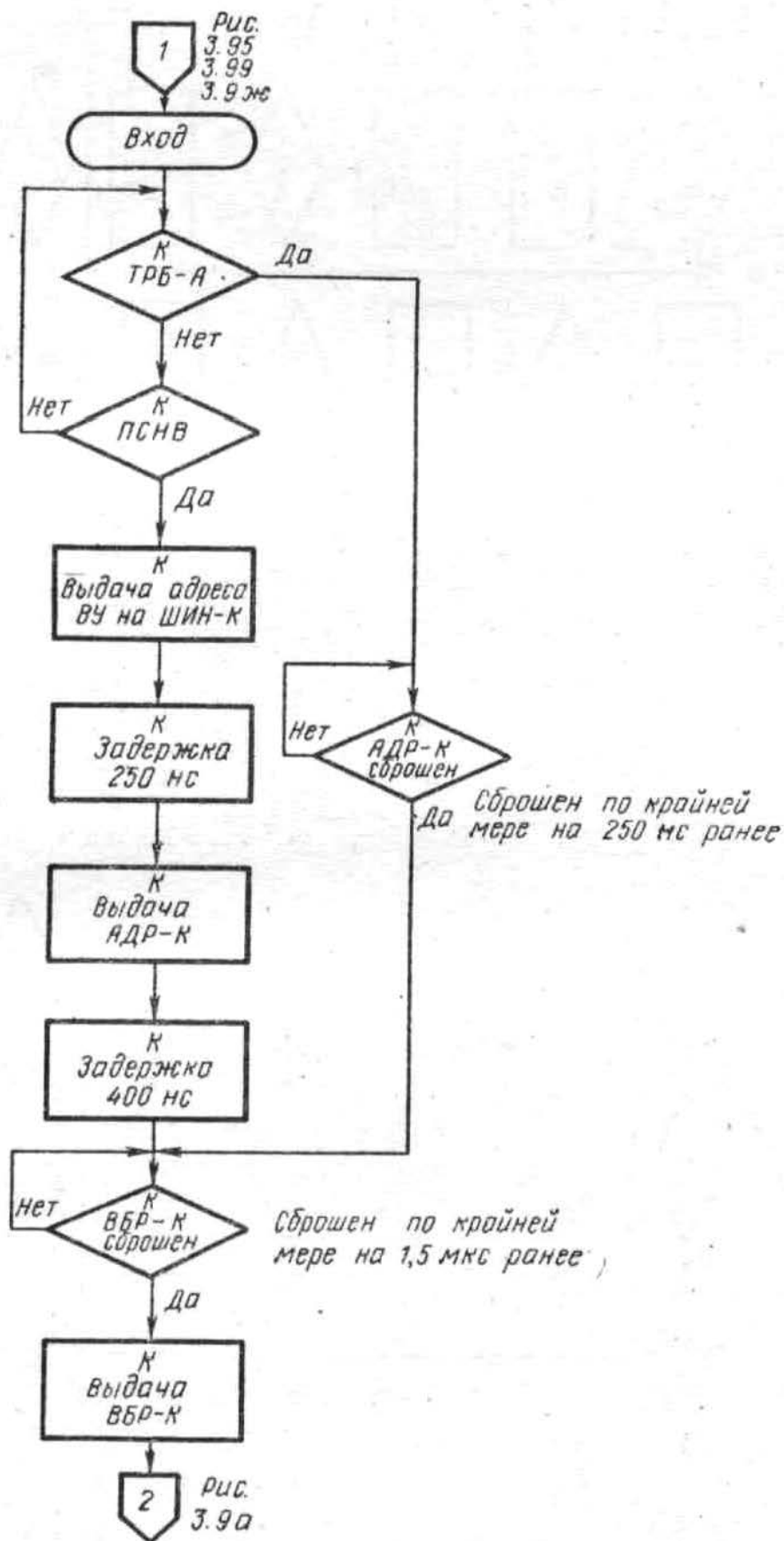


Рис. 3.9. Начало выборки, вводимой каналом или абонентом: ПСНВ — последовательность сигналов начальной выборки ВУ

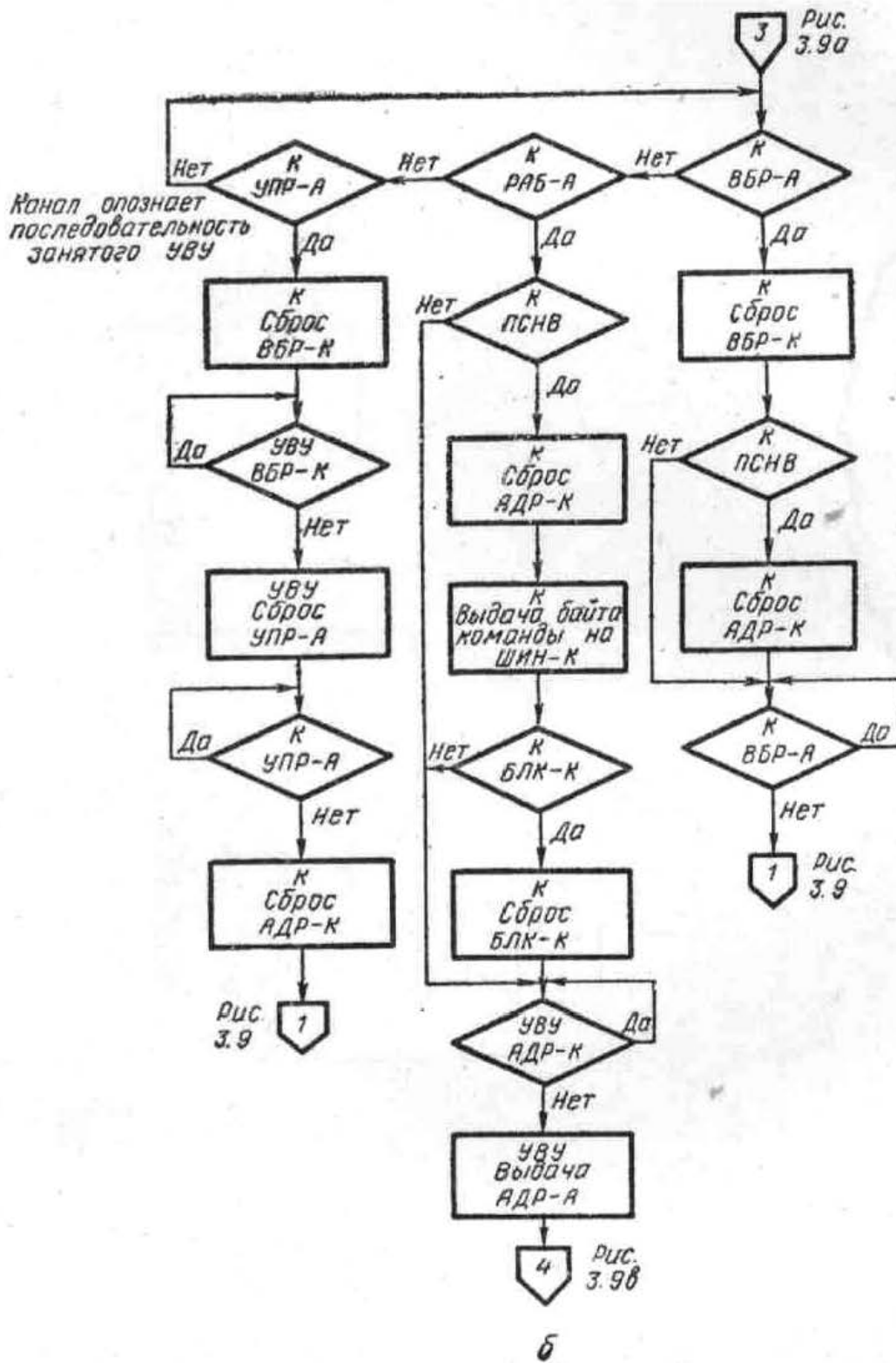


Рис. 3.9б. Ответ УВУ на сигнал ВБР-К (продолжение): ВЛК-К обычно сбрасывается в начальной стадии последовательности, если этот сигнал был введен как указатель цепочки

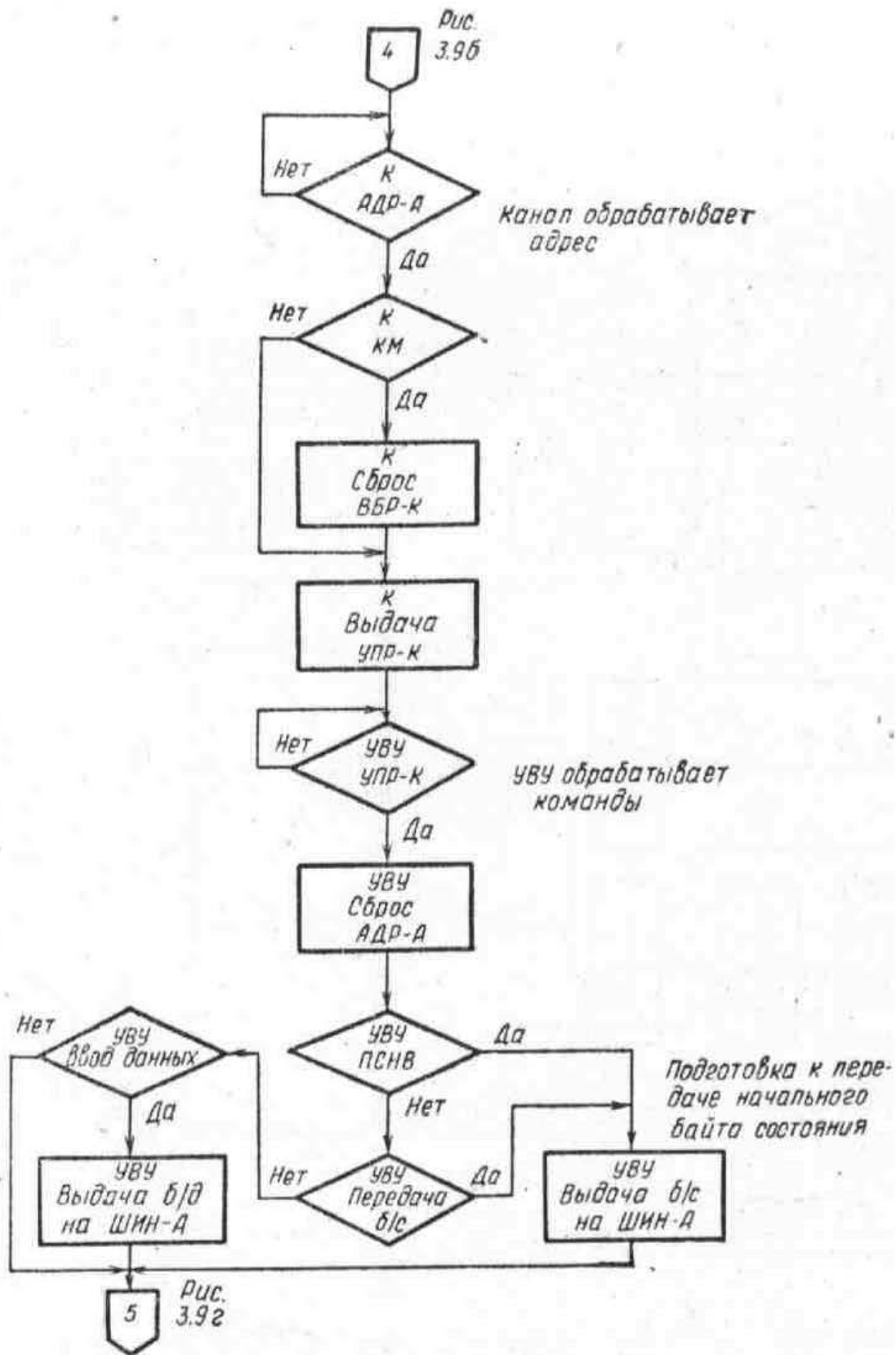


Рис. 3.9в. Передача команды: б/д байт данных

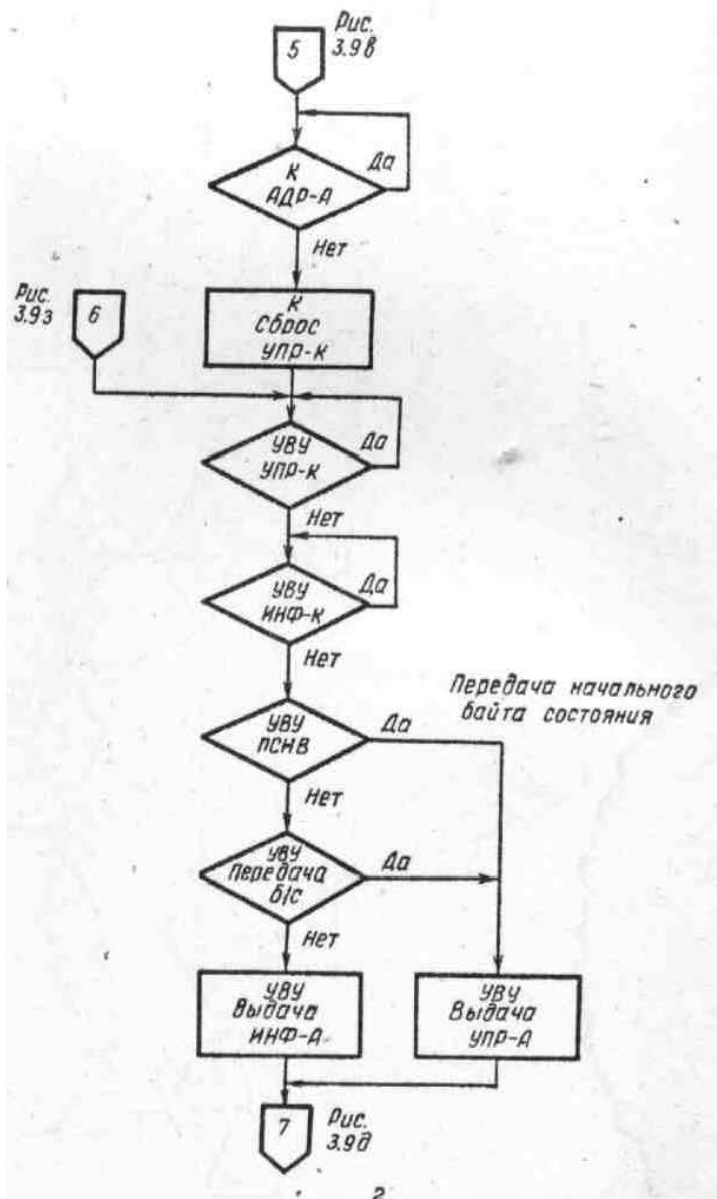


Рис. 3.9г. Передача данных и байта состояния

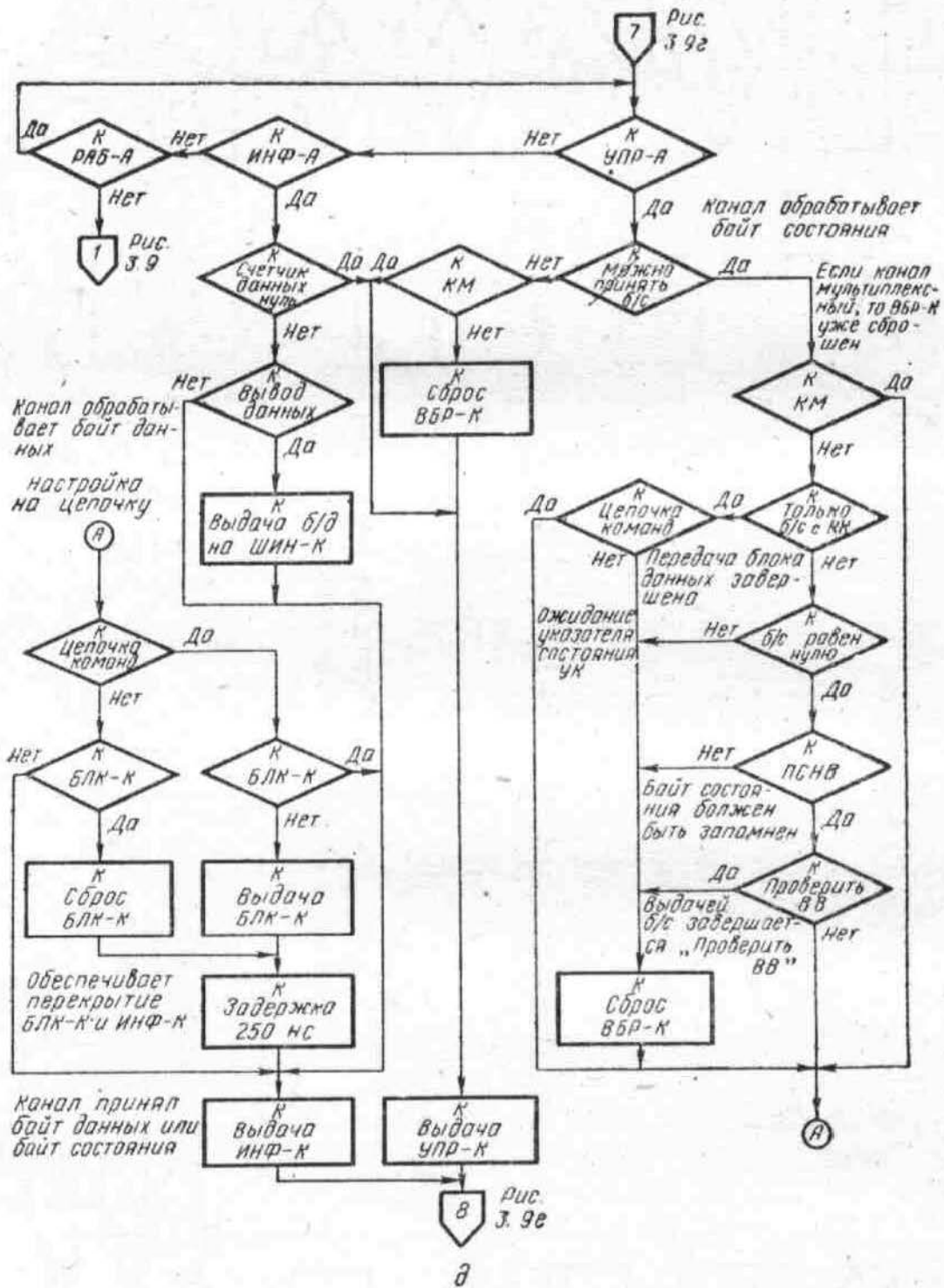


Рис. 3.9д. Передача данных и байта состояния (продолжение)

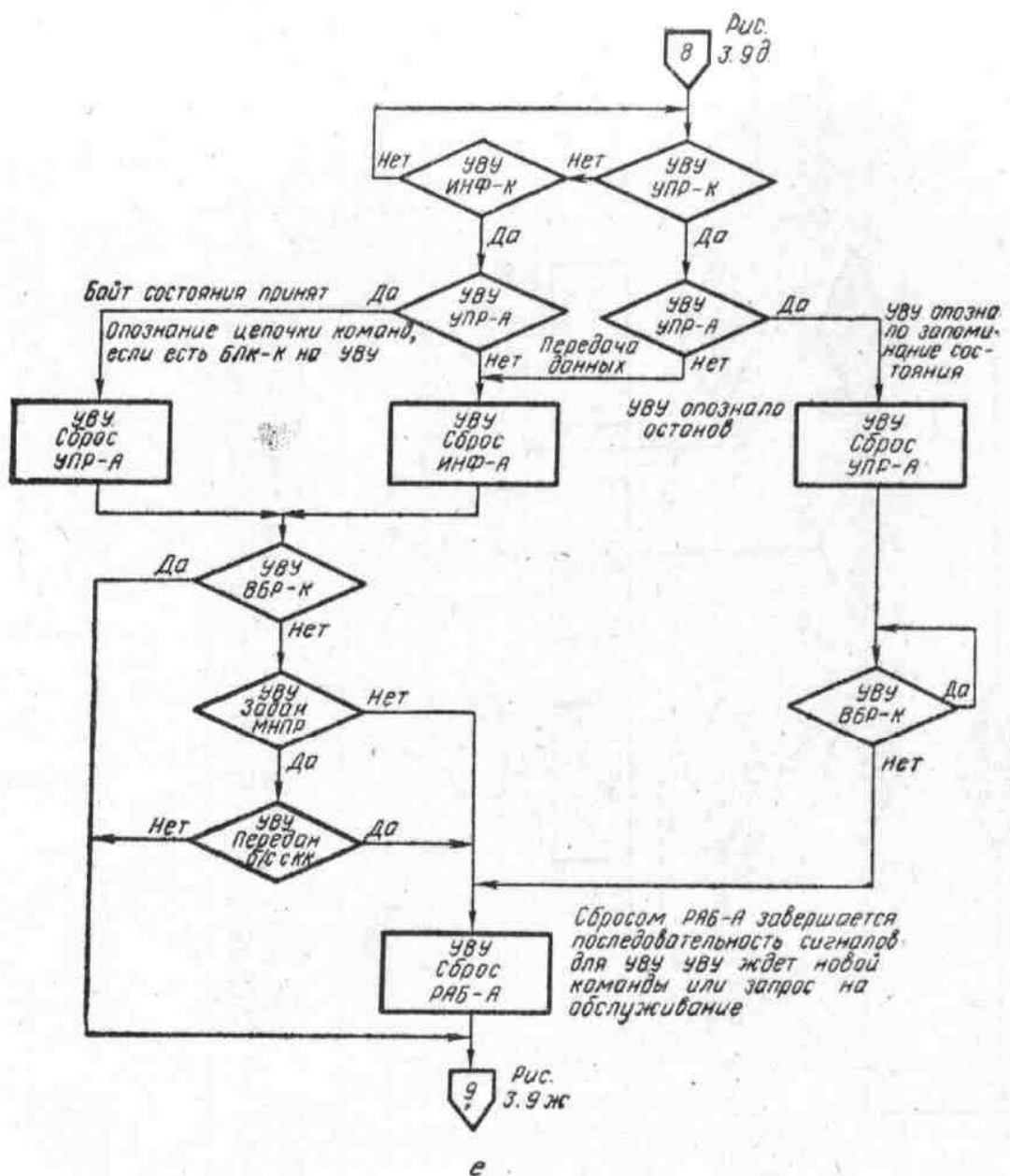


Рис. 3.9е. Передача данных, останов передачи, запоминание состояния: КК
указатель КАНАЛ КОНЧИЛ

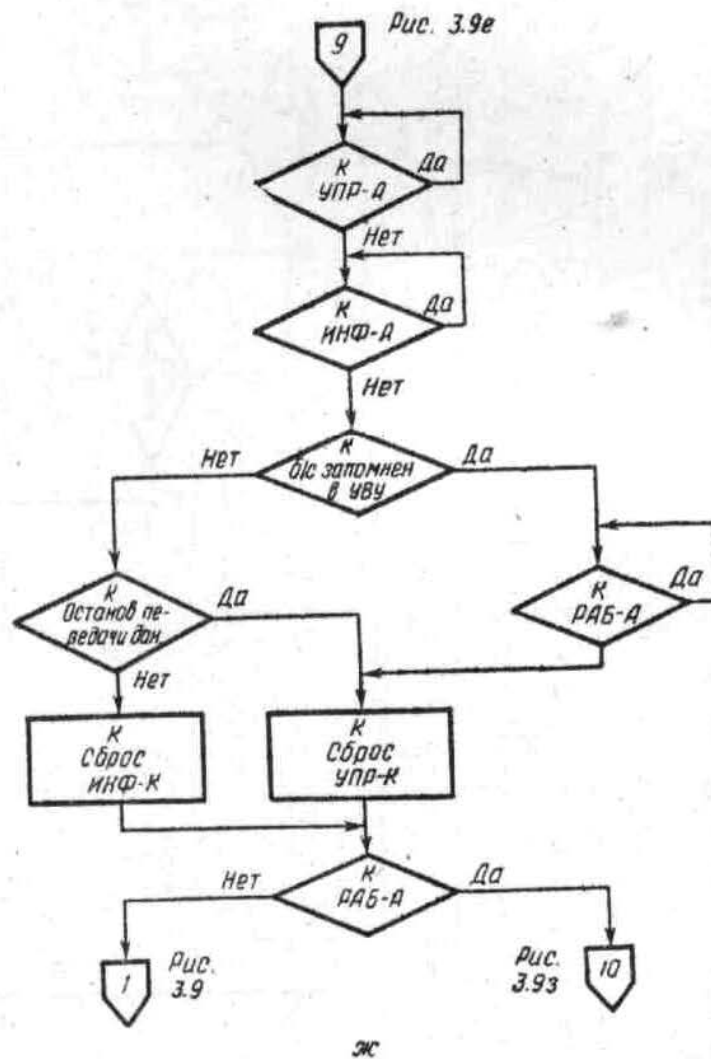


Рис. 3.9ж. Передача данных, останов передачи, запоминание состояния (ответ канала на сброс УПР-А и ИНФ-А)

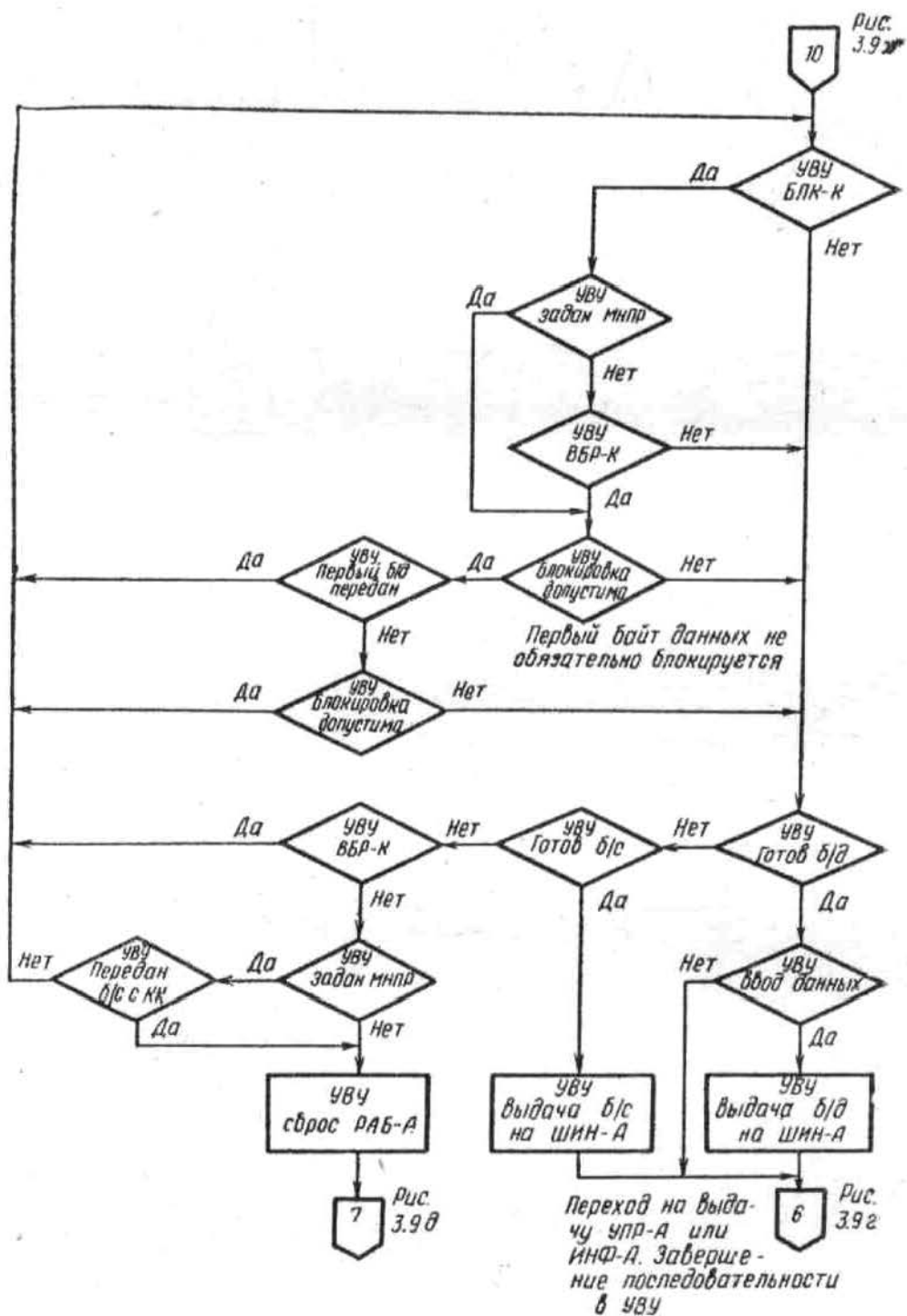


Рис. 3.9з. Монопольный режим передачи с блокировкой: МНПП – монопольный режим

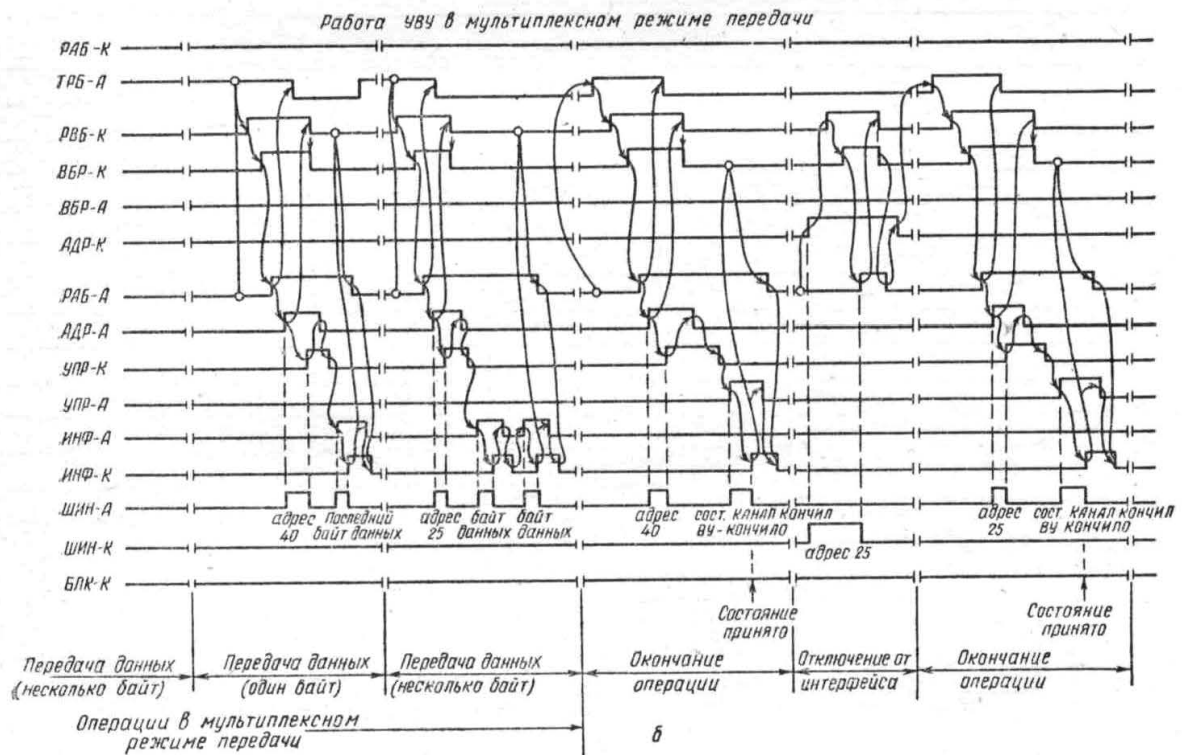
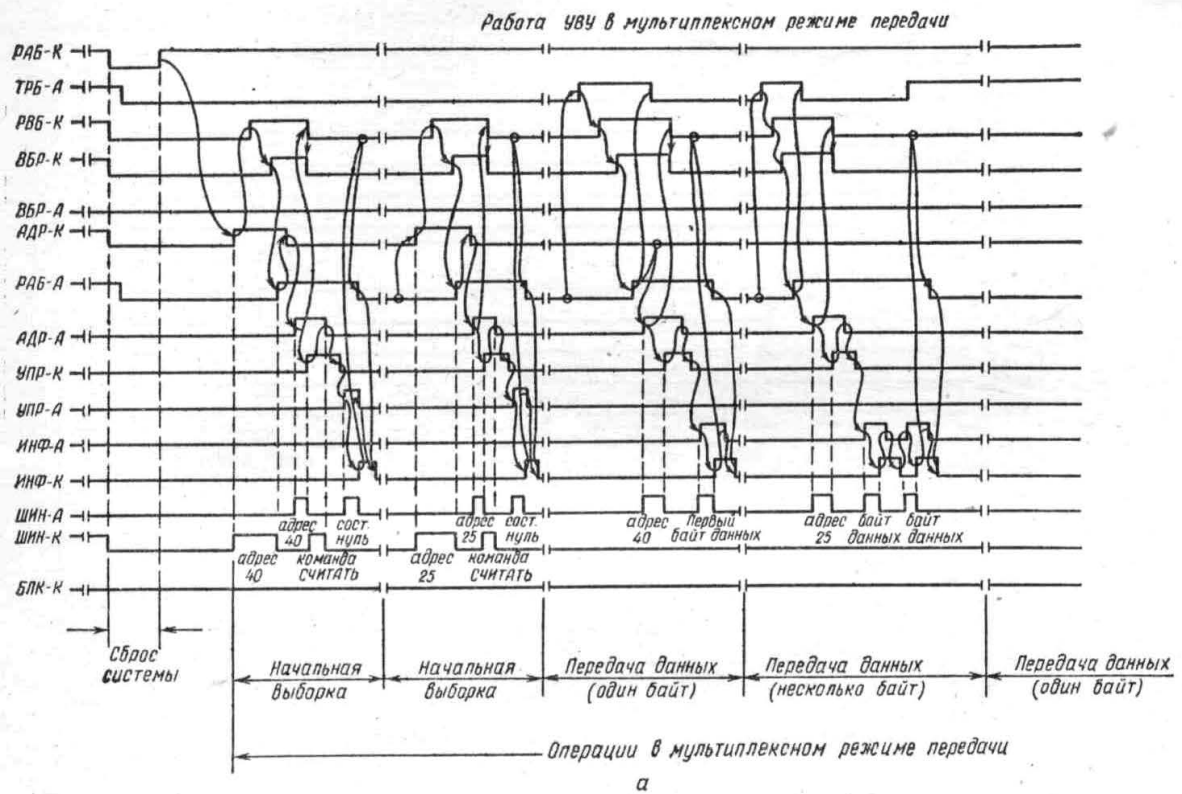


Рис. 3.10. Временные диаграммы мультиплексного канала: начало (а) и продолжение (б)

Работа УВУ в монопольном режиме передачи

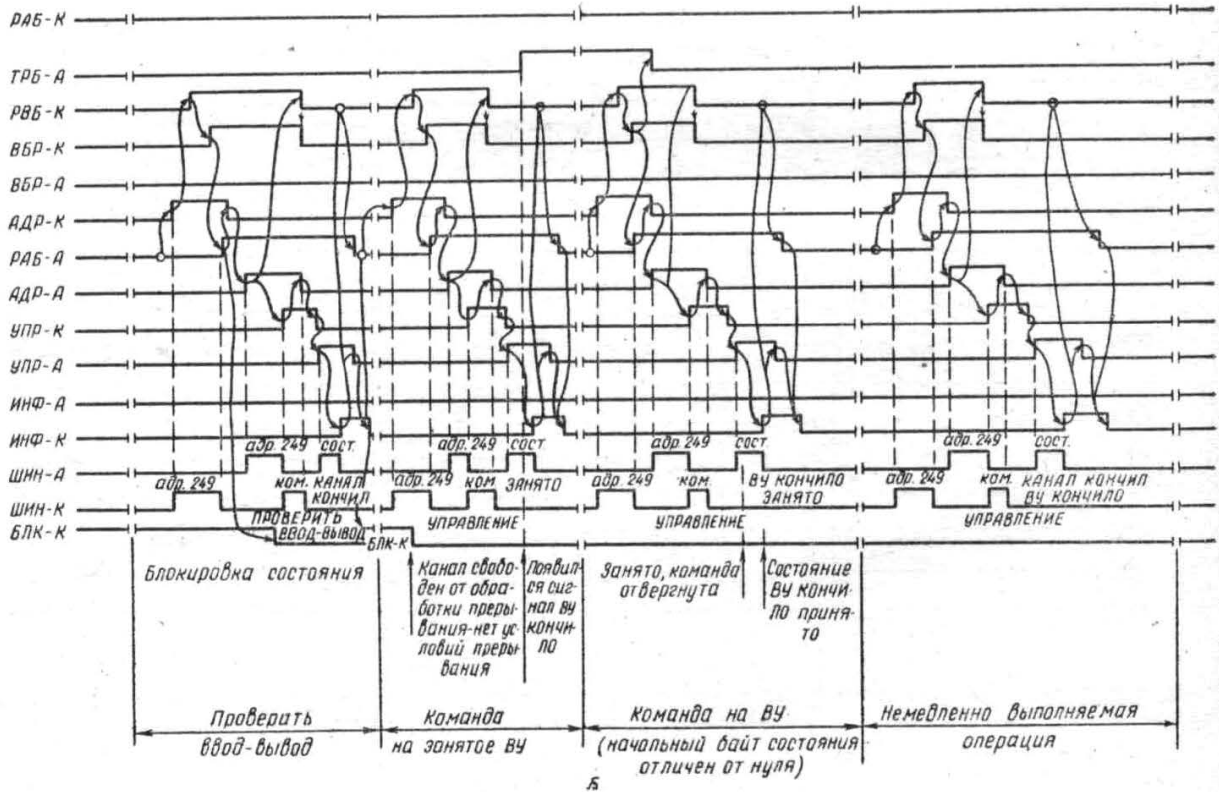
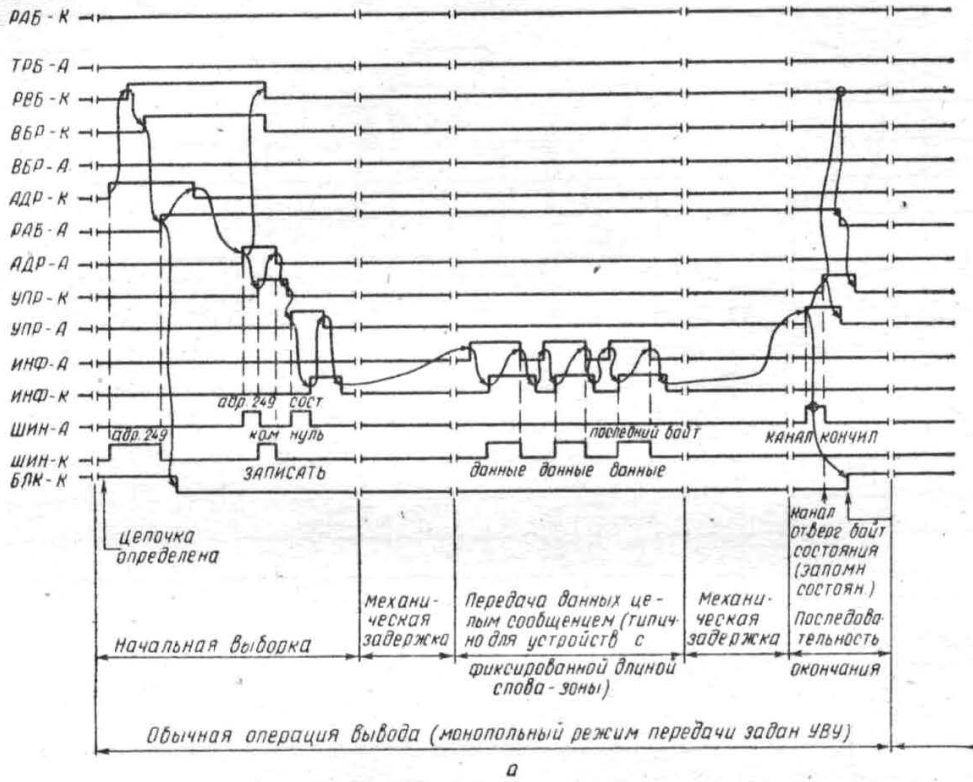
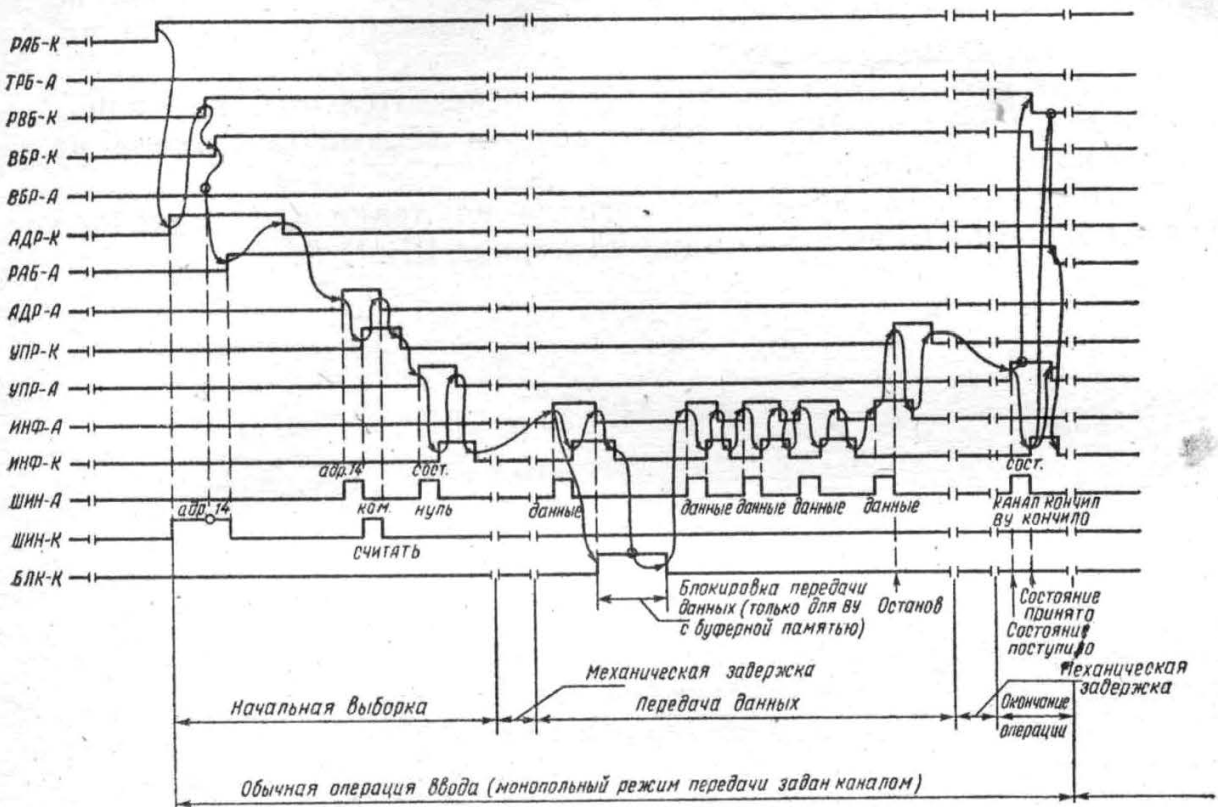
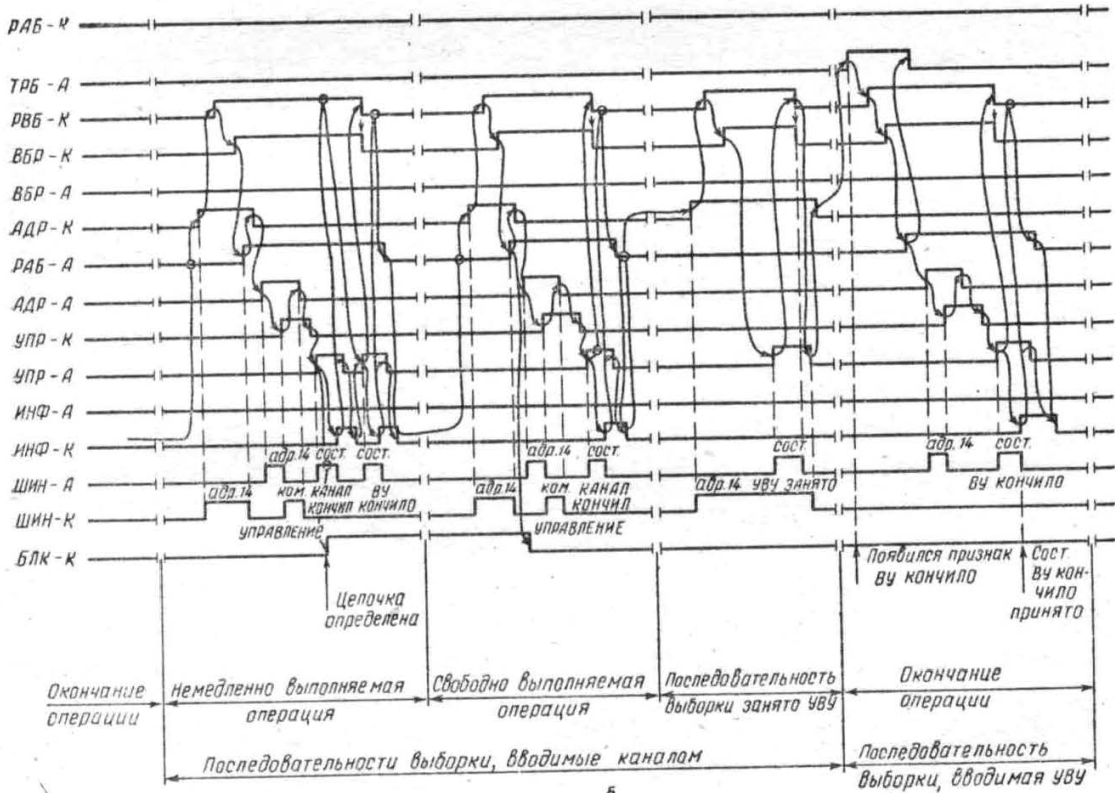


Рис. 3.11. Временные диаграммы мультиплексного канала: начало (а) и продолжение (б)



а



б

Рис. 3.12. Временные диаграммы селекторного канала: начало (а) и продолжение (б)

5. Байт информации может выдаваться на линии ШИН-К по крайней мере на 100 нс раньше выдачи каналом сигнала на линию идентификации.

6. Байт информации должен стать действительным на линиях ШИН-А в пределах 100 нс после выдачи абонентом сигнала на линию идентификации.

7. После сброса абонентом сигнала на линии идентификации нет необходимости в информации на линиях ШИН-А.

Глава 4 УПРАВЛЕНИЕ КАНАЛАМИ

4.1. ПОДКЛЮЧЕНИЕ КАНАЛОВ К ПРОЦЕССОРУ

Каналы ввода–вывода можно рассматривать в качестве небольших процессоров, представленных наборами регистров, необходимых для хранения и модификации управляющей информации, и регистров управления интерфейсом ввода–вывода.

Имеющиеся в ЭВМ ЕС-1020 каналы (рассматриваемые в гл. 5 и 6) отличаются скоростью передачи данных, числом одновременно выполняемых операций ввода–вывода, способом управления передачей данных, уровнем разделения оборудования ЦП, использованием локальной и мультиплексной памяти (ЛП и МП).

Каналы ЭВМ ЕС-1020 не являются автономным оборудованием и в процессе работы разделяют часть оборудования процессора (регистры и ЛП), что позволяет, с одной стороны, упростить структуру и сократить оборудование каналов, а с другой стороны, приводит к тому, что для выполнения определенных действий в каналах необходимо приостанавливать работу процессора, запоминать в локальной памяти содержимое используемых каналом регистров процессора, выполнять требуемые действия в канале, восстанавливать содержимое регистров процессора и продолжать работу процессора с того момента, когда канал приостановил его работу. Время, затрачиваемое на запоминание и восстановление содержимого регистров процессора, относится к непроизводительной работе канала, которая не связана непосредственно с выполнением операции ввода–вывода. Это время определяется быстродействием локальной памяти и числом регистров процессора, применяемых при работе каналов. Сравнительно невысокие требования к производительности процессора и пропускной способности каналов позволили использовать в ЭВМ ЕС-1020 в качестве локальной памяти часть оперативной памяти и определили выбор способа управления каналами ввода – вывода.

В микропрограммной ЭВМ возможны различные способы управления каналами: микропрограммный, аппаратный и аппаратно-микропрограммный. Выбранные в ЭВМ ЕС-1020 микропрограммный (в КМ) и аппаратно-микропрограммный (в КС) способы позволили значительно упростить структуру каналов, повысить надежность их работы, упростить изготовление и наладку ЭВМ ЕС-1020 за счет применения автоматизации при изготовлении и проверке блоков микропрограммного управления, разместить микропрограммы канала в общем блоке постоянной памяти (ПП) процессора и, таким образом, использовать оборудование процессора при выполнении канальных программ. Однако, поскольку микропрограммы процессора и микропрограммы, относящиеся к разным каналам, размещены в одном микропрограммном блоке, они могут выполняться только последовательно и при одновременной работе каналов и процессора более приоритетные микропрограммы каналов задерживают выполнение микропрограмм процессора.

В ЕС-1020 все каналы подсоединены к ЦП через специальный блок управления каналами (БУК), благодаря чему все каналы можно рассматривать как один физический канал, подключенный к ЦП (рис. 4.1).

Структура БУК* (*А. С. № 386395. Бюллетень изобретения и товарных знаков №

26, 1973.) обусловлена организацией работы каналов, их числом и взаимосвязью по потоку данных, числом и разрядностью регистров каналов, разрядностью пути передачи данных между оперативной памятью, арифметическим блоком и регистрами каналов, логической и физической взаимосвязью между локальной и мультиплексной памятью и т. д.

Блок управления каналами включает:

схему управления регистрами и триггерами каналов;

схему подключения регистров каналов к входу В арифметического блока;

схемы управления, запросами каналов на аппаратные и микропрограммные приостановки (АПРС и МПРС соответственно);

схему управления оперативной памяти при выполнении АПРС;

схему передачи данных в (из) регистры Н и З;

схему подключения регистров адреса данных селекторных каналов ко входам адресного регистра МН оперативной памяти;

схему подключения регистров ключей защиты селекторных каналов к блоку защиты;

регистры признаков КП и РП.

Назначение перечисленных выше схем ясно из их названия и пояснения не требует, за исключением регистров КП и РП. Эти регистры содержат ряд триггеров, которые используются при организации АПРС и МПРС, и ряд триггеров, фиксирующих ошибочные ситуации при работе каналов. Состав этих регистров приведен в табл. 4.1.

Назначение, условия установки и сброса и использование этих триггеров рассматриваются при описании каналов в гл. 5 и 6.

На различных этапах выполнения операции ввода — вывода БУК выполняет следующие основные функции:

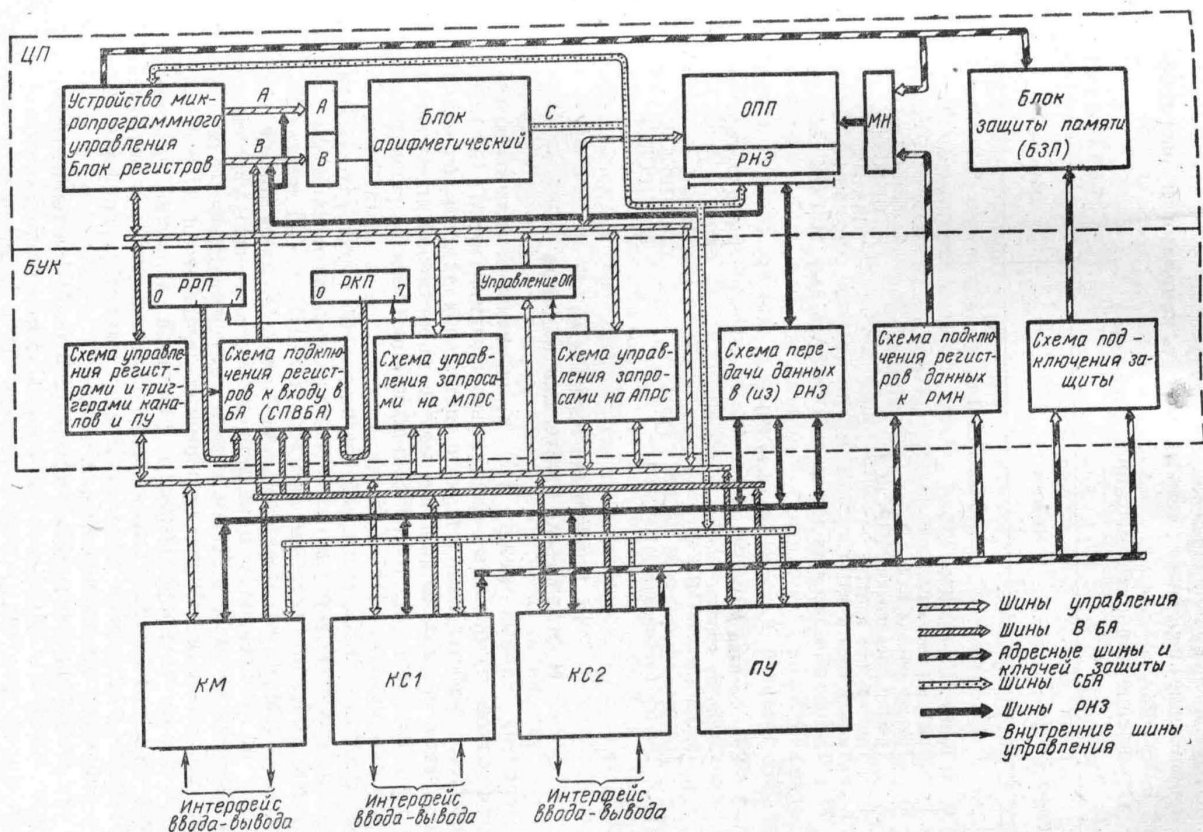


Рис. 4.1. Блок управления каналами и его связь с процессором и каналами

- управление регистрами и отдельными триггерами каналов (при передаче управляющей информацией);
- управление передачей данных между каналами и оперативной памятью;
- управление приоритетом запросов каналов.

Таблица 4.1

Разряд	Название	Обозначение
Регистр РП		
0	Триггер обмена КМ	ТОВМКМ
1	Триггер обмена КС1	ТОВМКС1
2	Триггер обмена КС2	ТОВМКС2
3	Триггер блокировки МПРСКС2	ТВМПРСКС2
4	Триггер сбоя в АПРС	ТСВАПРС
6	Триггер сбоя в МПРС	ТСВМПРС
7	Триггер сбоя передачи информации из БА в каналы	ТСВЗНК
Регистр КП		
0-3	Код признака МПРСКС	РКПКС (0-3)
4	Машинная ошибка канала	МОК
5	Триггер ошибки МПКМ	ТМПОК
6	Триггер блокировки МПРСКМ	ТКМПРСКМ
7	Триггер блокировки МПРСКС1	ТВМПРСКС1

4.2. УПРАВЛЕНИЕ РЕГИСТРАМИ И ОТДЕЛЬНЫМИ ТРИГГЕРАМИ КАНАЛОВ

Передача данных между ВУ и оперативной памятью является одной из основных системных функций ЭВМ ЕС-1020. В процессе работы каналов возникает необходимость передачи через канал не только данных между оперативной памятью и ВУ, но и

передачи управляющей информации между регистрами канала и регистрами ЦП и ОП.

В ЭВМ ЕС-1020, имеющей регистровую структуру ЦП и микропрограммное управление, связи как между отдельными регистрами ЦП, так и между регистрами ЦП и ОП осуществляются только через арифметический блок. Каналы также построены по регистровому принципу, вследствие чего управляющая информация между ЦП и каналами передается через арифметический блок и общие информационные потоки ЦП. Для адресации (в микропрограммах) регистров каналов используются поля микрокоманды, определяющие регистры, которые необходимо подключить к входу В или выходу С арифметического блока и поля установки (рис. 4.2).

Таблица 4.2

Разряд регистра БС	Управляемый канал
БС (3)	Второй селекторный канал
БС (4)	Первый селекторный канал
БС (5)	Мультиплексный канал

Если необходимо передать информацию из ЦП в один из регистров заданного канала, то в поле С микрокоманды указывается номер регистра, который должен быть подключен к выходу С арифметического блока. Предварительно должен быть микропрограммно установлен признак канала в регистре БС ЦП (табл. 4.2) с помощью поля УСТАНОВ микрокоманды.

Все регистры каналов имеют условные обозначения P1, P2, ..., P9, PA, PE. Если в поле С микрокоманды указано, что в один из регистров канала, признак которого установлен в регистре БС ЦП, должна быть принята информация с выхода С арифметического блока, то в дешифраторе поля С регистра микрокоманды вырабатывается соответствующий сигнал PP1: = = С, PP2: = = С, ..., по которому указанный в микрокоманде регистр канала, признак которого установлен в регистре БС, подключается к выходным шинам С арифметического блока.

Если в поле В микрокоманды указано, что содержимое одного из регистров канала, признак которого установлен (предварительно) в регистре БС ЦП, должно быть передано на вход В арифметического блока, то в дешифраторе поля В регистра микрокоманды вырабатывается соответствующий сигнал PV: = = PP4 и т. д., по которому указанный в микрокоманде регистр канала подключается к входным шинам В арифметического блока через схему подключения регистров каналов к входу В арифметического блока.

Перечень регистров мультиплексного и селекторных каналов, их условные обозначения и сигналы, управляющие подключением этих регистров к входным и выходным шинам арифметического блока, приведены в гл. 5 и 6.

В каждом канале имеется ряд триггеров, входящих в состав различных регистров и выполняющих отдельные управляющие функции. Эти триггеры объединены в условный регистр P1 и управление ими, а также выполнение некоторых специальных функций (сброс, выдача данных на входные шины оперативной памяти и т. д.) осуществляются микропрограммно.

Число разрядов, имеющих в поле УСТАНОВ микрокоманды, недостаточно для прямого управления всеми триггерами регистра РЛ. Для этой цели используется сигнал $PP1 := := C$ дешифратора поля С микрокоманды или 59-й разряд микрокоманды и 5 старших разрядов поля константы (СТ/АПСТ), которые передаются в дешифраторы константы, расположенные в схеме управления триггерами и регистрами каналов БУК.

Имеется два дешифратора константы ДША и ДШВ, связанные с разрядами 45, 46 и 47-49 поля -константы микрокоманды соответственно (см. рис. 4.2).

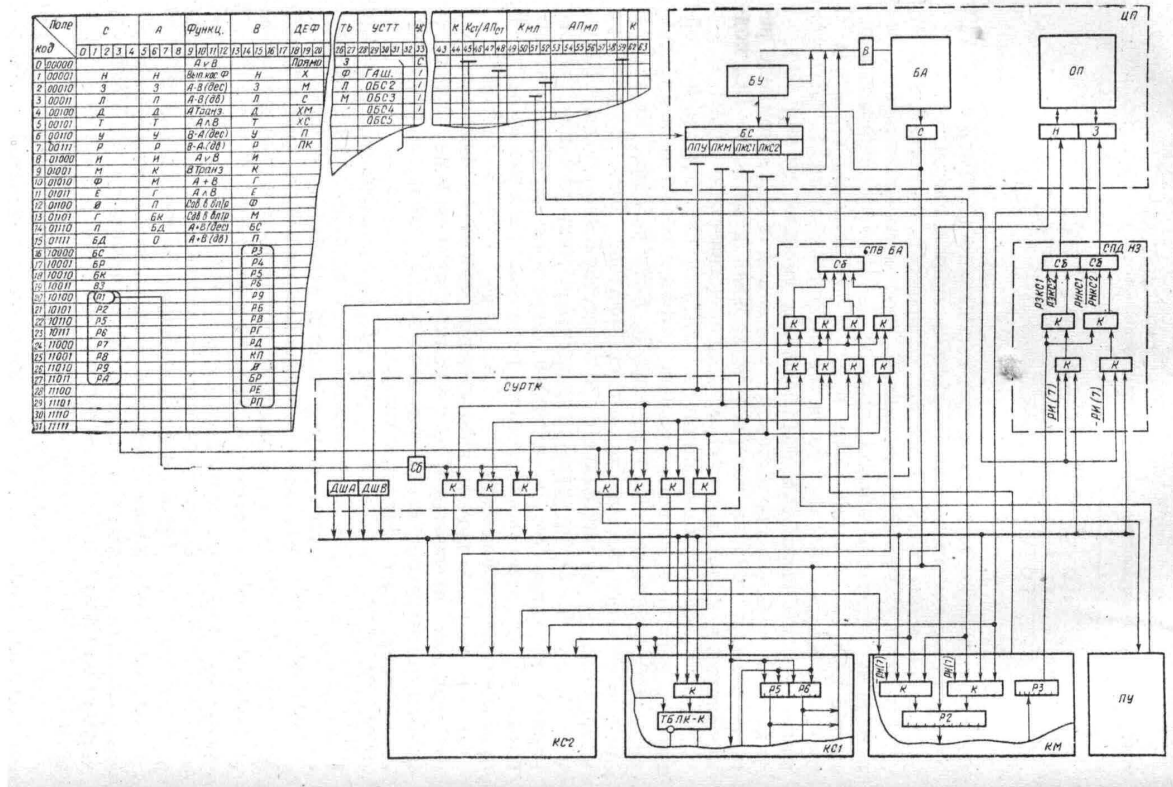


Рис. 4.2. Управление регистрами каналов и передача информации между регистрами каналом и БА;

К-клапан; сб – сброска; ДШ – дешифратор; СПДНЗ – схема передачи данных в регистры И и З; СПВБА – схема передачи содержимого регистра на вход В БА;

СУРТК – схема управления регистрами и триггерами каналов и ПУ

В табл. 4.3 приведены условия формирования выходных сигналов дешифраторов ДША и ДШВ в зависимости от состояния соответствующих разрядов поля константы.

Таблица 4.3

Состояние разрядов РМК		Выходные сигналы дешифратора ДША	Состояние разрядов РМК			Выходные сигналы дешифратора ДШВ
45	46		47	48	49	
0	0	ПА (0)	0	0	0	-
0	1	ПА (1)	0	0	1	ПВ (1)
1	0	ПА (2)	0	1	0	ПВ (2)
1	1	ПА (3)	0	1	1	ПВ (3)
			1	0	0	ПВ (4)
			1	0	1	ПВ (5)
			1	1	0	ПВ (6)
			1	1	1	ПВ (7)

Если в микрокоманде указано, что в регистре P1 должен быть установлен (или сброшен) определенный триггер, то по сигналу $PP1: = C$ при соответствующей комбинации выходных сигналов ПА(X) (где $X = 0, 1, 2, 3$) и ПВ(Y) (где $Y = 1, 2, \dots, 7$) указанный в микрокоманде триггер устанавливается в заданное состояние.

Перечень триггеров мультиплексного и селекторного каналов, управляемых микропрограммно, значения установочных констант и формируемые по ним сигналы приведены в гл. 5 и 6.

4.3. УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕДАЧЕЙ ДАННЫХ МЕЖДУ КАНАЛАМИ И ОП

Получив команду, канал, как правило (кроме монопольного режима в КМ), освобождает ЦП для выполнения других команд и управляет самостоятельно дальнейшим выполнением операции ввода – вывода.

Данные между каналами и оперативной памятью передаются по запросам каналов, причем по каждому запросу канала работа ЦП приостанавливается (задерживается) и осуществляется аппаратный или микропрограммный цикл передачи данных в зависимости от типа канала.

В каждом цикле передачи данных производится:

приостановка выполняемой микропрограммы процессора после завершения очередного цикла обращения к оперативной памяти;

запоминание адреса прерванной микропрограммы;

запоминание содержимого регистров ЦП;

передача адреса оперативной памяти из выбранного (по приоритету) канала в адресный регистр оперативной памяти;

передача данных между каналом и оперативной памятью;

модифицирование адреса данных и счетчика байт;

восстановление содержимого регистров ЦП;

продолжение прерванной микропрограммы.

Для обеспечения необходимой пропускной способности каналов циклы передачи данных между селекторным каналом и оперативной памятью в ЭВМ ЕС-1020 выполняются полностью аппаратными средствами в режиме аппаратных приостановок (АПРС), а между мультиплексным каналом и оперативной памятью – совместно аппаратными и микропрограммными средствами в режиме микропрограммных приостановок (МПРС). Причем для передачи данных между каналами и оперативной памятью используется отдельный информационный поток, что позволяет в КМ одновременно с передачей данных между каналом и оперативной памятью использовать арифметический блок для выполнения других функций, связанных с МПРС.

Селекторный канал при готовности принять или передать байт или группу байт данных возбуждает запрос на передачу данных, который через схему формирования запроса на APRC поступает в ЦП. По этому запросу работа последнего приостанавливается после завершения очередного цикла обращения к оперативной памяти и выполняется цикл передачи данных между каналом и оперативной памятью. При этом адрес этой памяти передается из канала через схему передачи адреса

данных в адресный регистр оперативной памяти – МН, а также ключ защиты–через схему передачи ключей защиты в блок защиты оперативной памяти. Если выполняется команда ввода, данные из канала передаются через схему передачи данных в информационные регистры оперативной памяти (Н, З), если команда вывода, то данные из оперативной памяти передаются через регистры Н, З и схему передачи данных в информационный регистр того канала, запрос которого удовлетворяется. При передаче данных между каналами и оперативной памятью в схеме передачи данных осуществляется соответствующая коммутация информационных шин каналов и шин четного и нечетного байт информационного регистра оперативной памяти в зависимости от числа передаваемых байт, четности адреса ОП и выполняемой команды.

Сигналы обращения к оперативной памяти и сигналы, управляющие работой КС в течение циклов передачи данных, формируются с помощью средств каналов и регистра управления ОП, расположенного в блоке управления каналами.

Выбор аппаратного способа управления данными между КС и ОП определяется в основном временем, затрачиваемым на модифицирование адреса данных и счетчика байт.

Для микропрограммного способа модифицирования адреса данных и счетчика байт требуется не менее пяти микрокоманд, так как арифметический блок ЭВМ ЕС-1020 имеет однобайтовую структуру, а для задания адреса данных и счетчика байт используются поля длиной 3 и 2 байта соответственно. Поэтому адрес и счетчик байт в КС модифицируются аппаратными средствами одновременно с передачей данных и независимо друг от друга.

При передаче данных между мультиплексным каналом и ЦП или при передаче байта состояния между любым каналом и ЦП канал возбуждает запрос на микропрограммную приостановку, который через схему формирования запроса на МПРС поступает в ЦП. По этому сигналу выполнение текущей микропрограммы приостанавливается (если ЦП не выполняет более приоритетной микропрограммы) и выполняется специальная микропрограмма, обеспечивающая передачу байт данных или байта состояния между ОП и каналом.

Для сокращения времени выполнения микропрограмма канала обслуживания запросов ВУ на передачу данных в КМ в мультиплексном режиме функционально подразделена на несколько микроподпрограмм, которые выполняются в определенной последовательности в зависимости от конкретных условий, образуя переменные по длительности микропрограммы путем исключения некоторых микроподпрограмм.

В КМ для передачи данных используется четыре типа микропрограммной приостановки: по полному, сокращенному, минимальному и монопольному циклам (рис. 4.3).

Микропрограмма МПРС по полному циклу состоит из следующих микропрограмм:

- разгрузки содержимого регистров процессора в ЛП;
- загрузки УСУ в регистры процессора;
- обслуживания данных и модификации УСУ;
- перезаписи модифицированного УСУ в подканал;

загрузки регистров процессора информацией из ЛП (восстановления содержимого регистров процессора).

При полном цикле обслуживания все микропрограммы выполняются в последовательности, указанной на рис. 4.3. При укороченных циклах некоторые микропрограммы не выполняются. Например, если после записи модифицированного УСУ в подканал имеется запрос от любого ВУ, то нельзя переходить к микроподпрограмме разгрузки регистров процессора в ЛП, так как они уже разгружены и повторной разгрузкой будет испорчено содержимое этих регистров в ЛП. Поэтому осуществляется переход сразу к микроподпрограмме загрузки УСУ в регистры процессора и далее выполняются последовательно все микроподпрограммы со всеми анализами в промежутках между ними. Если запрос от ВУ возник в конце выполнения микроподпрограммы загрузки регистров процессора, то нецелесообразно переходить к микроподпрограмме разгрузки регистров, так как их содержимое уже имеется в ЛП. Поэтому в этом случае осуществляется переход к микроподпрограмме загрузки УСУ в регистры процессора. Такие укороченные циклы возникают при работающих одновременно сравнительно многих ВУ, и запросы от них поступают в моменты, когда обслуживается один из запросов ВУ.

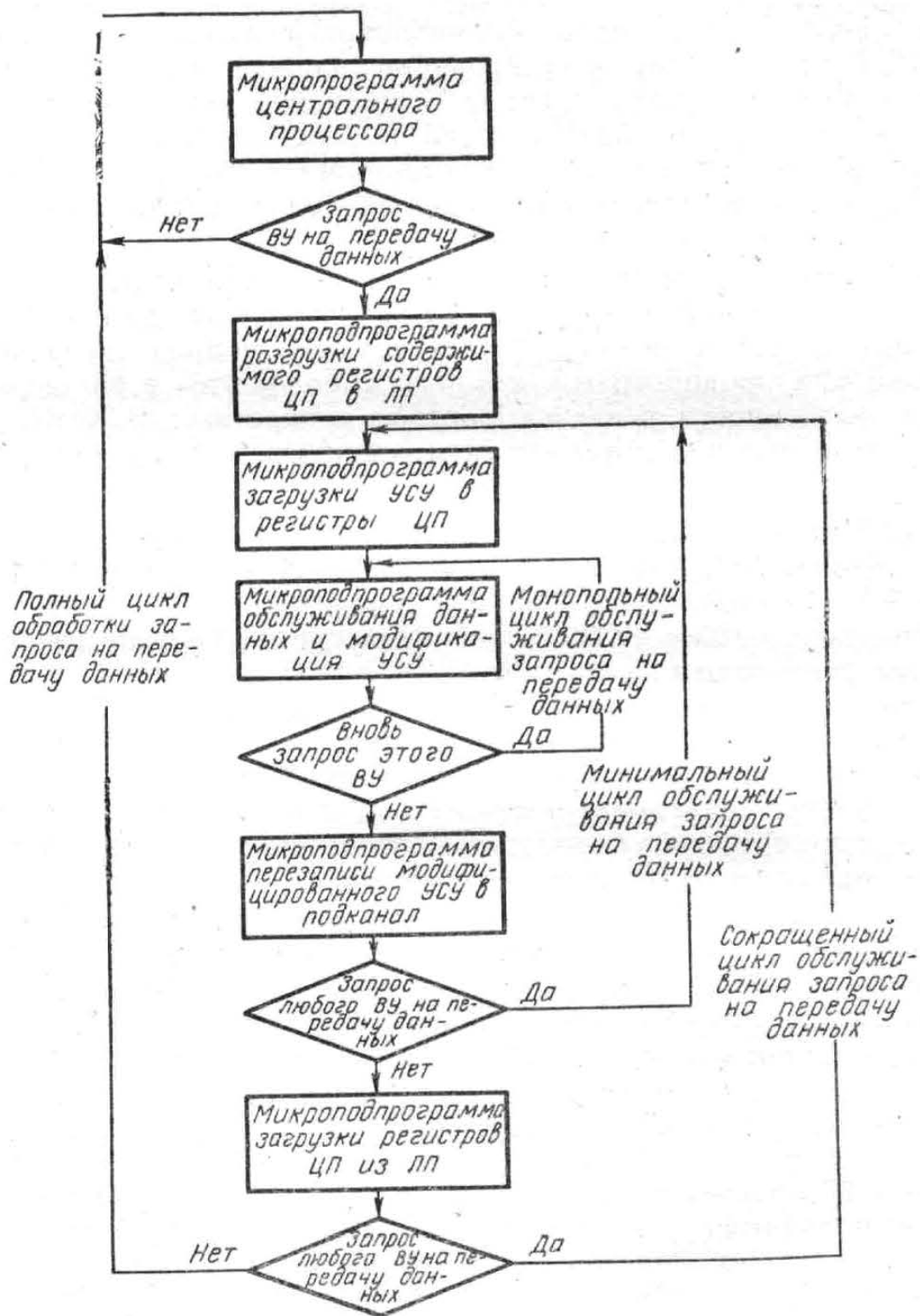


Рис. 4.3. Микроподпрограммы циклов обслуживания запросов на передачу данных в КМ

Монопольная микропрограммная приостановка отличается от мультиплексной только тем, что передается не один байт данных, а пакет данных, т. е. микроподпрограмма обслуживания данных и модификации УСУ повторяется столько раз, сколько байт передается в одном пакете, а затем выполняются последующие микроподпрограммы. Это в значительной степени снижает потери времени ЦП на передачу данных в пересчете на один байт данных.

При завершении операции микропрограммная приостановка включает выполнение

микродподпрограмм в такой же последовательности, только вместо микродподпрограмм обслуживания данных и модификации УСУ и микродподпрограмм перезаписи модифицированного УСУ в ЛП выполняется микродподпрограмма приема и обслуживания байта состояния ВУ.

4.4. УПРАВЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТОМ ЗАПРОСОВ КАНАЛОВ

Для уменьшения взаимного влияния каналов друг на друга при их одновременной работе блок управления каналами обеспечивает с помощью схем формирования запросов на АПРС и МПРС следующий приоритет на использование оборудования ЦП:

- аппаратные приостановки КС (на время цикла передачи данных между ОП и КС);
- микродпрограммные приостановки КС (на время зацепления или окончания ОВВ);
- микродпрограммные приостановки КМ (передача данных, зацепление, окончание ОВВ);
- микродпрограммы ЦП.

В ЭВМ ЕС-1020 параллельная работа двух селекторных каналов организована по принципу нежесткого приоритета, т. е. начатая аппаратная или микродпрограммная приостановка менее приоритетного второго селекторного канала не может соответственно прерываться аппаратной или микродпрограммной приостановкой более приоритетного первого селекторного канала. Микродпрограммная приостановка одного селекторного канала может приостанавливаться аппаратной приостановкой другого селекторного канала, так как аппаратные приостановки являются более приоритетными. Это позволяет беспрепятственно передавать данные в обоих селекторных каналах, задерживая аппаратную приостановку в том или ином селекторном канале в зависимости от момента ее возникновения и выполнения аппаратной приостановки в этот момент в другом канале. При одновременном возникновении запросов на аппаратную или микродпрограммную приостановку в обоих селекторных каналах предпочтение отдается более приоритетному первому селекторному каналу.

Параллельная работа селекторных каналов и мультиплексного канала ЭВМ ЕС-1020, который управляется только микродпрограммно, организована по принципу жесткого приоритета, т. е. любая микродпрограмма в мультиплексном канале может прерываться аппаратной или микродпрограммной приостановкой любого селекторного канала. Это дает возможность более эффективно использовать высокоскоростные селекторные каналы. При такой организации параллельной работы каналов в ЭВМ ЕС-1020 оба селекторных канала обслуживаются одной микродпрограммой, снижается объем ПП и упрощается наладка и эксплуатация каналов. Но такая организация приоритетов является и менее гибкой, так как некоторые процедуры, выполняемые в селекторных и мультиплексном каналах (зацепление по данным, выполнение зависимых от времени цепочек команд) затруднены при одновременной работе каналов или совсем невозможны из-за сильного вмешательства одного канала в работу другого (см. гл. 8).

При работе каналов с использованием зацепления по данным обслуживание

запросов каналов на передачу данных задерживается на время подготовки новой команды. Поэтому в БУК имеется возможность динамически изменять приоритет обслуживания запросов каналов на передачу данных, т. е. иногда отдавать предпочтение менее приоритетному каналу, если его запрос стал в данный момент более критичен (срочный запрос) из-за указанной выше задержки.

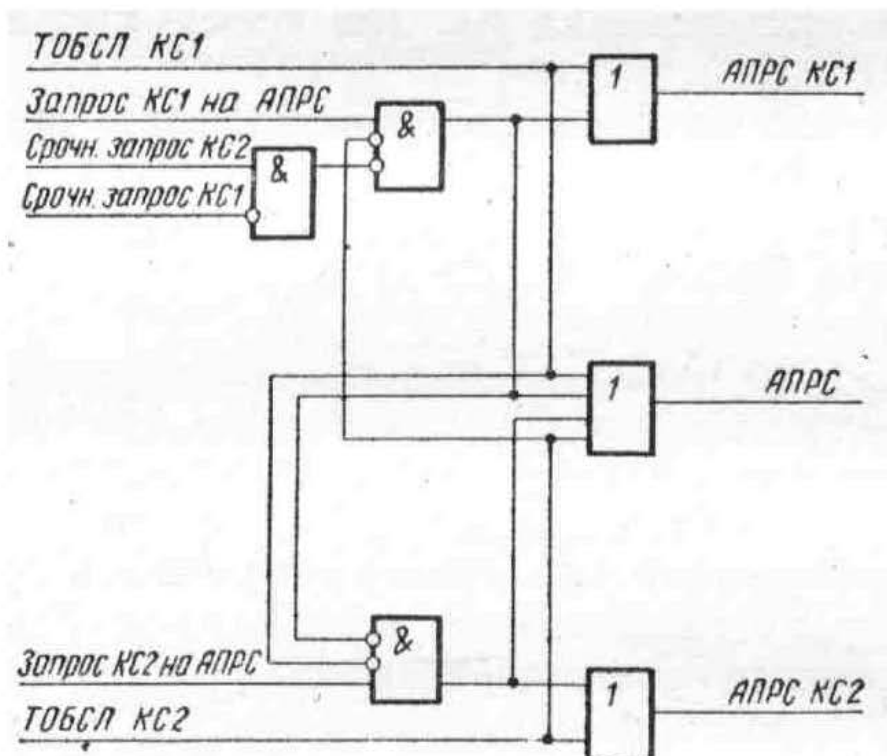


Рис. 4.4. Схема управления запросами на АПРС селекторных каналов

Упрощенная схема управления запросами на АПРС от селекторных каналов показана на рис. 4.4. При возникновении любого запроса на АПРС (от КС1 или КС2) вырабатывается общий сигнал АПРС, поступающий в ЦП, и сигнал АПРСКС1 или АПРСКС2 в зависимости от того, запрос какого канала удовлетворяется. Признаки АПРС, АПРСКС1 и АПРСКС2 поддерживаются в течение всего времени приостановки.

Если в КС1 и КС2 одновременно возникают запросы на АПРС, но в КС2 имеется сигнал срочного запроса, то АПРСК.С1 блокируется сигналом срочного запроса К.С2 и выполняется АПРСК.С2. Если же и в КС1 имеется сигнал срочного запроса, то сначала выполняется АПРСКС1, а затем АПРСКС2. Условия формирования сигналов запросов каналов и срочного запроса описываются в гл. 6.

Независимо от типа выполняемой микропрограммы в ЦП АПРС всегда вызывает задержку ее выполнения на один цикл передачи данных по каждому запросу.

Когда в любом канале начинает выполняться МПРС, то устанавливается триггер блокировки прерывания начатой МПРС, который сбрасывается в конце выполнения МПРС. Причем в КМ блокируется прерывание начатой МПРС только от МПРС мультиплексного канала и не блокируется от прерывания по запросам на МПРС в селекторных каналах.

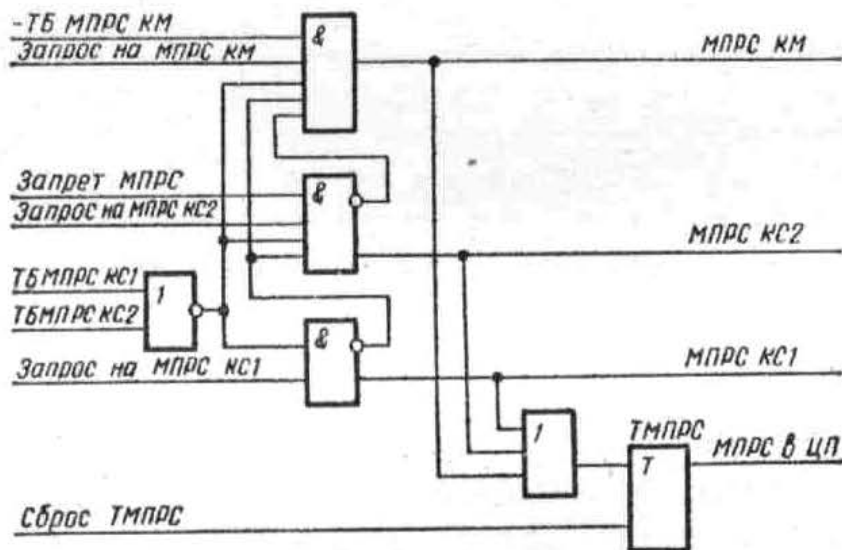


Рис. 4.5. Схема управления запросами каналов на МПРС

Запрос на МПРС от КС2 может блокироваться по сигналу «Запрет МПРС». Упрощенная схема управления запросами на МПРС показана на рис. 4.5. Условия выработки запросов на МПРС в каналах блокировки и запрета МПРС описываются в гл. 6.

Подробнее работа схем блока управления каналами рассмотрена при описании мультиплексного и селекторного каналов.

Глава 5 МУЛЬТИПЛЕКСНЫЙ КАНАЛ

5.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Мультиплексный канал ЕС-1020 управляет работой множества среднескоростных и низкоскоростных ВУ посредством микропрограмм, используя при этом часть ЛП и регистры процессора. В связи с этим его структура сравнительно проста. КМ имеет небольшой объем оборудования, связанного с процессором через блок управления каналами с помощью набора информационных и управляющих шин (рис. 5.1). Канал может работать в мультиплексном или в монопольном режимах передачи данных, причем режим работы канала задается тем ВУ, которое обслуживается каналом в данный момент времени. Режим работы канала изменяется при переходе к работе с другим ВУ.

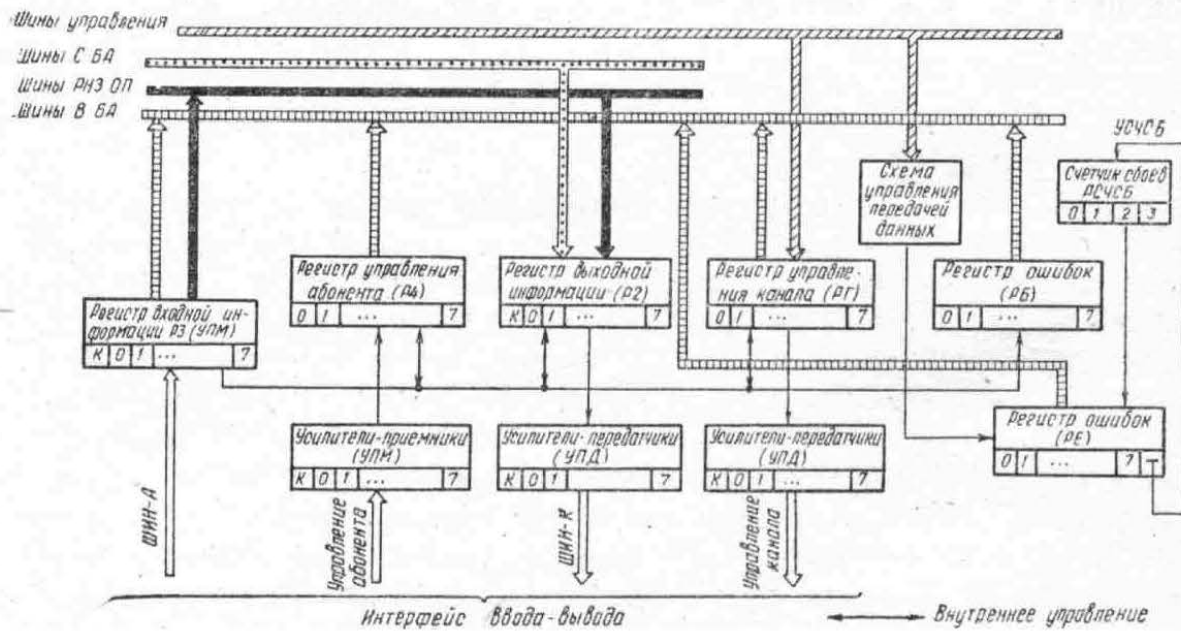


Рис. 5.1. Структурная схема мультиплексного канала

Как отмечалось ранее, мультиплексный канал работает под управлением микропрограммы, используя свое оборудование, регистры и локальную память процессора. Регистры процессора предназначаются для адресации к локальной, мультиплексной и оперативной памяти, для хранения счетчика байт, адреса ВУ, связанного с ОБВ, и для установки специальных признаков, определяющих в данный момент работу канала или процессора.

Локальная память процессора предназначается для временного хранения информации при выполнении микропрограммы канала (рис. 5.2).

	7	8	9	А	В	С	Д	Е	Ф
0x	Регистр с плавающей запятой 0								
1x						Рабочая область, КМ			
2x	Регистр с плавающей запятой 2								
3x									
4x	Регистр с плавающей запятой 4								
5x						Рабочая область, КМ			
6x	Регистр с плавающей запятой 6								
7x						Рабочая область, каналов		Каталож. номер КП	
8x	Область текущего ССП								
9x	Область текущего, ССП		Буфер КМ						
			СК	ПЧП	КК	ЭК	Адрес ВУ		
Аx	Область разгрузки содержимого регистров								
	Н	З	БА	БС	Т	У	Г	Е	
Вx	Процессора в МПС, КМ					Рабочая область, каналов			
	П	Д	Р	И	БЗ				
Сx									

Рис. 5.2. Часть локальной памяти, используемая КМ

5.2. СОСТАВ КАНАЛА

В состав мультиплексного канала входят аппаратные и микропрограммные средства. Аппаратные средства включают следующие регистры, блоки и устройства:

схему управления канала:

регистр управления канала РГ;

регистр управления абонента Р4;

регистр выходной информации Р2;

регистр входной информации Р3;

блок контроля;

мультиплексную память.

Микропрограммные средства состоят из микропрограммы канала, хранящейся в постоянной памяти процессора, под управлением которой осуществляются выполнение команд управления каналами 5/0, Т/О. НЮ, ТСН, передача данных и байт состояния. зацепление по данным, зацепление по команде, обработка прерываний по вводу-выводу, первоначальная загрузка программы и обработка необычных ситуаций, возникающих при работе канала.

Ряд триггеров, входящих в блок управления канала, и регистр F1 наряду с аппаратным имеют микропрограммное управление. Перечень этих триггеров и соответствующих им кодов установки и сброса приведен в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Управляющие сигналы*	Действия	Разряды константы РМК (45) – (49)	Примечание
МУ ТВВРУ	Установка ТВВРУ	00001	
МУ ТАДР-К	Установка ТАДР-К	00010	
МС ТВВР-К	Сброс ТВВР-К	00100	
МУ ТВВР-К	Установка ТВВВР-К	00101	
МУ1 ТИНФ-К	Установка ТИНФ-К	00110	
МУ2 ТИНФ-К	Установка ТИНФ-К	00110	При единичном значении БС (5), РМК (59)
МУ1 ТУПР-К	Установка ТУПР-К	00111	
МУЗ ТУПР-К	Установка ТУПР-К	00111	При единичном значении БС (5), РМК (59)
МУ ТБЛК-К	Установка ТБЛК-К	01001	
МС ТРАБ-К	Сброс ТРАБ-К	01010	
МУ ТОВВ	Установка ТОВВ	01011	
МС ТБЛК-К	Сброс ТБЛК-К	01100	
ГКМ	Гашение канала	01101	
МУ ТКРИФ	Установка ТКРИФ	01110	
МУ ТЦД	Установка ТЦД	01111	
МС ТЦД	Сброс ТЦД	10010	
ГМО	Гашение машинных ошибок	10110	
МС ТОВМ	Сброс ТОВМ	10111	
МУ ТОВМ	Установка ТОВМ	11001	
МУ ТКУК	Установка ТКУК	11010	
МУ ТЦДН	Установка ТЦДН	11110	
МС ТЦДН	Сброс ТЦДН	11110	
МУ ТПУП	Установка ТПУП	11110	
МУ ТПУП	Сброс ТПУП	11110	

* МУ, МУ1 или МС – соответственно микропрограммные сигналы установки или сброса, формируемые по соответствующему коду в РМК (45–49) при единичных значениях РМК(0), РМК(2), БС(5) или при условиях, указанных в примечании.

5.2.1. Схема управления канала

Схема управления канала содержит ряд управляющих триггеров (ТЗМПРС, ТОВМ, ТВЗНУ, ТЦДН, ТПУП, ТОВВ), состояние которых учитывается при выполнении микропрограммы канала (рис. 5.3).

Триггер запроса на МПРС (ТЗМПРС) устанавливается при формировании запроса на микропрограммную приостановку от КМ по требованию абонента.

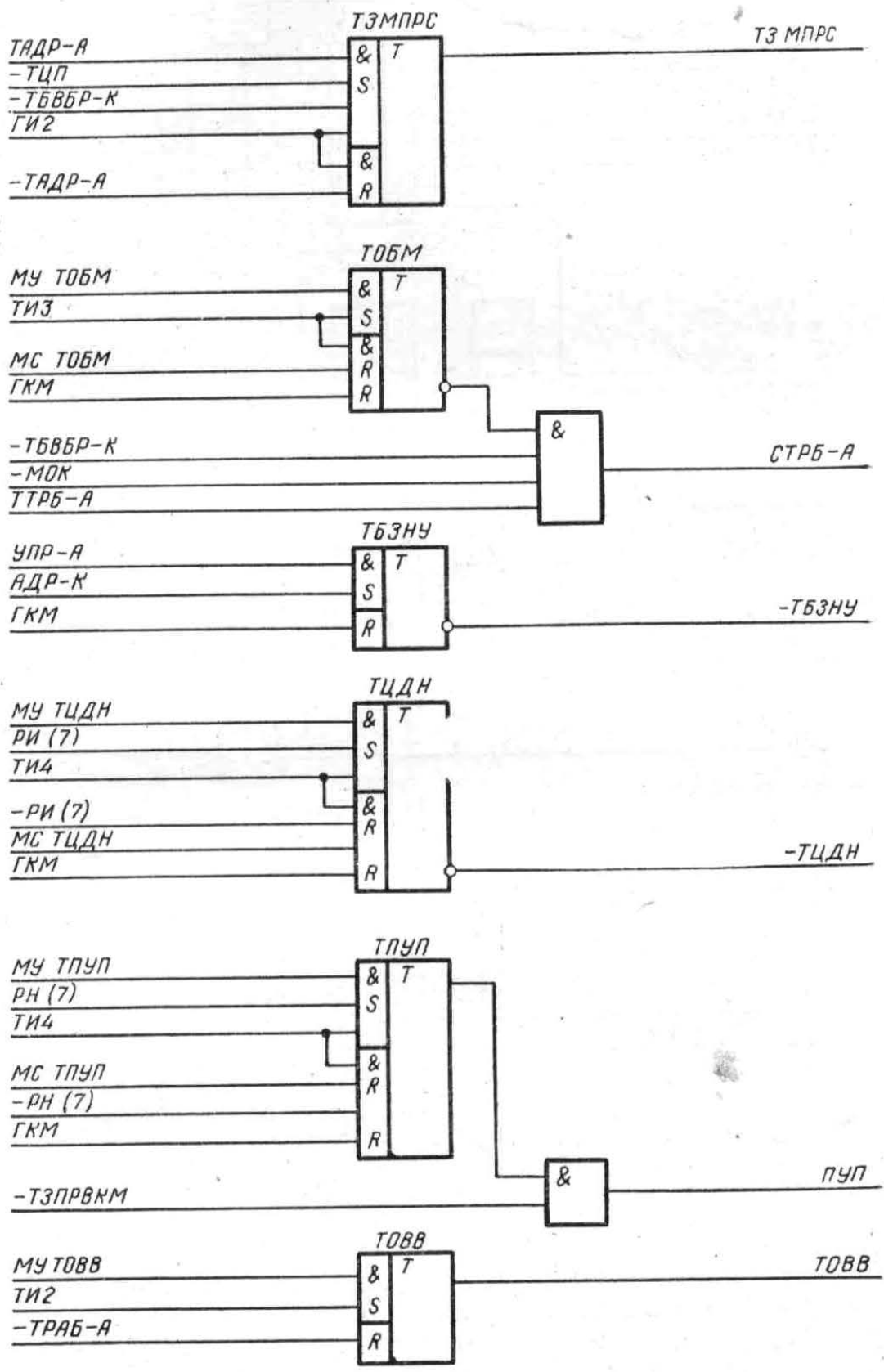


Рис. 5.3. Схема управления канала

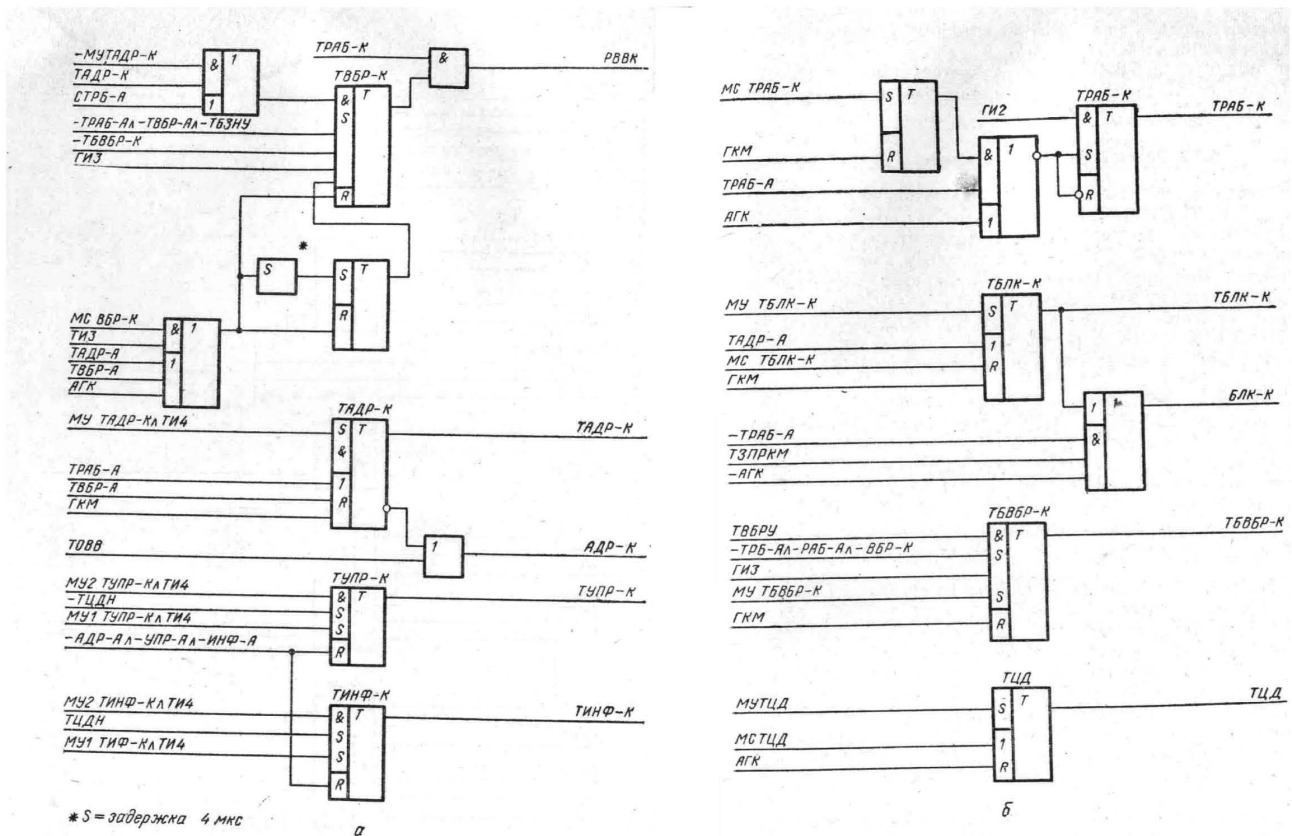


Рис. 5.4. Регистр управления канала РГ: а-разряды 0-3; б-разряды 4-7

Триггер обмена КМ (ТОВМ) устанавливается при выполнении микропрограммы канала для того, чтобы в МПРС выделить интервал времени, в течение которого осуществляется обмен данными или байтом состояния между ВУ и каналом.

Триггер блокировки занятого устройства (ТБЗНУ) предназначен для блокировки повторной установки триггера ТВВР-К по сигналу АДР-К в последовательности выборки занятого ВУ.

Триггер цепочки данных немедленный (ТЦДН) устанавливается микропрограммно перед выполнением цикла обмена данными, если в текущем КСК задан признак ЦД.

Триггер программно-управляемого прерывания (ТПУП) устанавливается микропрограммно перед выполнением цикла обмена данными, если в текущем КСК имеется признак ПУП. Если ТПУП установлен и нет запроса на прерывание от КМ (т.е. РБР(З) = 0), то канал выдает в ЦП сигнал ПУП, по которому устанавливается запрос на прерывание по ПУП для КМ.

Триггер останова (ТОВВ) устанавливается при выполнении последовательности останова ВУ в команде НЮ или при обработке сбоя канала.

5.2.2. Регистр управления канала

Регистр управления канала РГ, включающий триггеры ТВВР-К, ТАДР-К, ТУПР-К, ТИНФ-К, ТРАБ-К, ТБЛК-К, ТБВБР-К и ТЦД, предназначен для управления выходными сигналами канала на линиях интерфейса. Отдельные триггеры этого регистра устанавливаются микропрограммно или аппаратно. Содержимое РГ может быть передано на вход В арифметического блока.

Единичное состояние триггеров ТВБР-К, ТАДР-К, ТУПР-К, ТИНФ-К, ТРАБ-К и ТБЛК-К обуславливает появление соответствующих сигналов на выходных линиях идентификации интерфейса (рис. 5.4а и 5.4б).

Триггер ТВБР-К устанавливается в начальной выборке через 1 мкс после установки триггера ТАДР-К при условии, что ни одно ВУ не подключено к каналу (т. е. ТРАБ-А=0 и ТВБР-А=0). Задержка на 1 мкс делается для того, чтобы адресуемое ВУ успело декодировать выданный каналом на ШИН-К адрес. Триггер ТВБР-К устанавливается также по требованию ВУ (ТРБ-А=1) в случае, если канал не занят выполнением начальной выборки или обслуживанием запроса другого ВУ (т. е. ТВВБР-К=0 и ТОВВ=0).

Триггер ТВВБР-К сбрасывается по одному из сигналов ТАДР-А, ТВБР-А и АК или микропрограммно. Во всех случаях после сброса ТВВБР-К повторная установка его возможна только через 4 мкс. Это обеспечивается схемной блокировкой.

Триггер ТАДР-К устанавливается микропрограммно в начальной выборке и сбрасывается после подключения ВУ к каналу по сигналу РАБ-А, по сигналу ВВР-А, если адресуемое ВУ не найдено, или микропрограммно по сигналу ГКМ в последовательности выборки занятого ВУ. Кроме триггера ТАДР-К, сигналом на линии АДР-К управляет также триггер останова ввода-вывода ТОВВ.

Триггер ТУПР-К устанавливается обычно в ответ на появление одного из сигналов: АДР-А, УПР-А или ИНФ-А при выполнении последовательности сигналов начальной выборки или последовательности сигналов выборки, вводимой УВУ. Триггер ТУПР-К устанавливается микропрограммно в цикле обмена данными при работе ВУ в монопольном режиме для немедленного останова ВУ (если не установлен триггер ТЦДН). В этом случае канал в ответ на запрос ВУ (ИНФ-А = 1) при исчерпанном счетчике байт выдает сигнал УПР-К.

Триггер ИНФ-К устанавливается микропрограммно, а сбрасывается так же, как и триггер ТУПР-К, аппаратно после сброса одного из триггеров ТАДР-А, ТУПР-А или ТИНФ-А при выполнении соответствующей последовательности сигналов интерфейса.

Триггер ТРАБ-К находится в единичном состоянии до тех пор, пока канал работоспособен. При выполнении селективного сброса или гашения системы триггер ТРАБ-К временно (на 6 мкс) переводится в нулевое состояние. Этот триггер сбрасывается по сигналу АК при гашении системы перед началом работы процессора -или микропрограммно при обнаружении аппаратных сбоев во время работы канала.

Триггер ТБЛК-К устанавливается микропрограммно при выполнении зацепления или при организации селективного сброса ВУ при обработке аппаратных сбоев, обнаруженных в канале. При блокировке состояния сигнал БЛК-К выдается на соответствующую линию интерфейса путем установки в единичное состояние триггера запроса на прерывание по вводу-выводу (ТЗПРВКМ), если ни одно ВУ не подключено к каналу (т. е. РАБ-А = 0).

Триггер блокировки ТВВБР-К запрещает установку триггера ТВБР-К по сигналу ТРБ-А при выполнении начальной выборки ВУ при запуске ОВВ или организации зацепления по команде. Триггер ТВВБР-К сбрасывается по сигналу ГКМ после окончания любой из этих последовательностей.

Триггер ТЦД устанавливается микропрограммно при выполнении ЦД в момент выборки КСК цепочки.

5.2.3. Регистр управления абонента

Восьмиразрядный регистр управления абонента Р4 (рис. 5.5) предназначен для приема и запоминания входных сигналов управления (РАБ-А, ВБР-А, ТРБ-А) и идентификации (АДР-А, УПР-А, ИНФ-А) интерфейса, формирования признака свободного интерфейса (ПСИФ) и признака выборки устройства (ТВВРУ).

Признак ПСИФ формируется по сигналам ТВВРУ и ТВВБР-К перед началом выполнения начальной выборки устройства и указывает на то, что интерфейс свободен, т. е. отсутствуют сигналы РАБ-А, ВБР-К. Признак ПСИФ может быть установлен по сигналу ТВВБР-А в последовательности сигналов начальной выборки ВУ, если в ответ на сигнал ВБР-К получен сигнал ВБР-А.

Триггер ТВВРУ устанавливается микропрограммно в процессе начальной выборки ВУ для определения момента начала связи с ВУ. ТВВРУ сбрасывается по сигналу АДР-К или АКК.

Установка и сброс остальных триггеров осуществляются аппаратно по соответствующим входным сигналам интерфейса при выполнении различных последовательностей сигналов интерфейса.

Содержимое регистра Р4 может быть передано на вход В БА для последующего микропрограммного анализа.

5.2.4. Регистр выходной информации

Регистр выходной информации Р2 (рис. 5.6), предназначенный для выдачи информации на выходные информационные шины канала ШИН-К, содержит восемь информационных и один контрольный разряд. Установка и сброс всех триггеров Р2 производятся микропрограммно, причем сброс осуществляется перед каждым занесением информации.

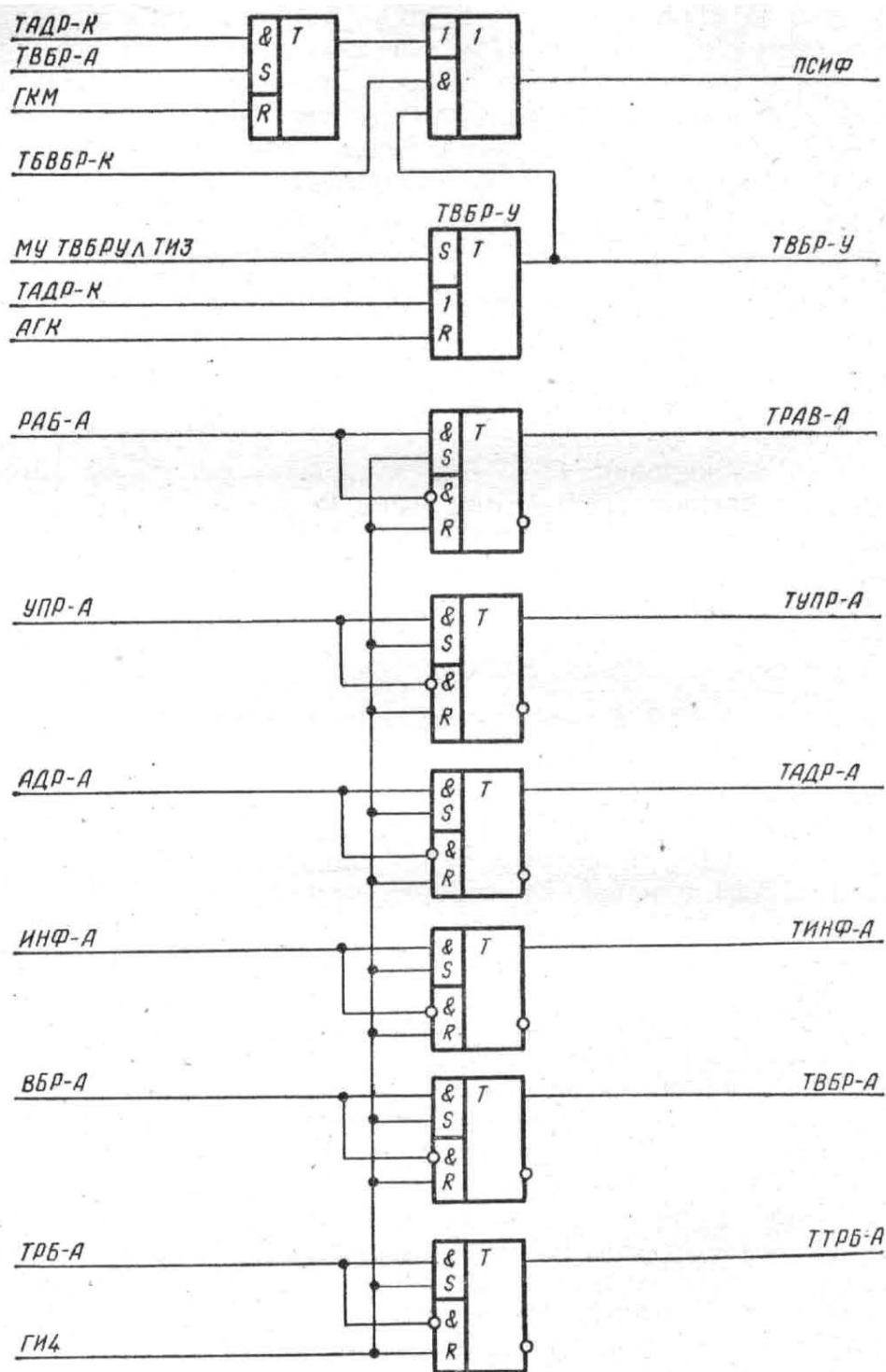


Рис. 5.5. Регистр управления абонента Р4

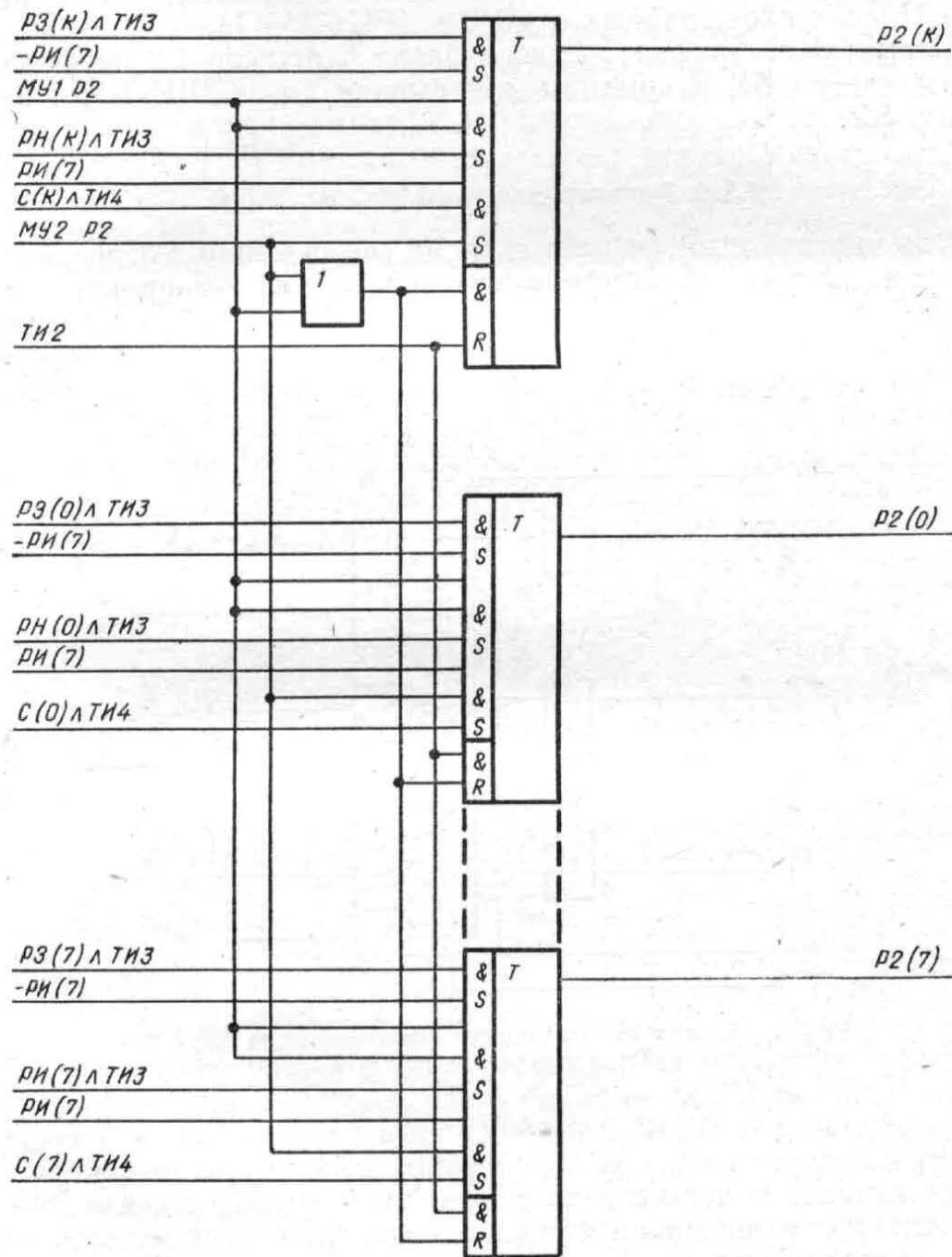


Рис. 5.6. Регистр выходной информации P2

Информация в регистр P2 передается из информационных регистров Н и 3 оперативной памяти или с выхода С арифметического блока по сигналам МУ1 P2 и МУ2 P2, формируемым микропрограммно. Содержимое Н или 3 передается в P2 при выполнении цикла обмена данными между ОП и ВУ, при выполнении операции записи в канале. Причем передача содержимого Н или 3 и P2 зависит от четности адреса данных, находящегося в регистре адреса ГРИ. В связи с тем, что адрес при обслуживании данных модифицируется до передачи содержимого Н или 3 в регистр P2, в P2 передается содержимое регистра 3, если в момент передачи адрес в регистре ГРИ четный ($PI(7) = 0$), или содержимое регистра Н, если адрес данных нечетный

(РИ(7) - 1).

С выхода С арифметического блока в регистр Р2 передаются байты адреса ВУ и команды для выдачи их на ШИН-К и передачи в ВУ.

5.2.5. Регистр входной информации

Восьмиразрядный регистр входной информации РЗ предназначен для приема информации с входных информационных шин (ШИН-А) и дальнейшей ее передачи в регистр Н и 3 оперативной памяти или на вход В арифметического блока. Входной информационный регистр в КМ выполнен на усилителях-приемниках (УПМ).

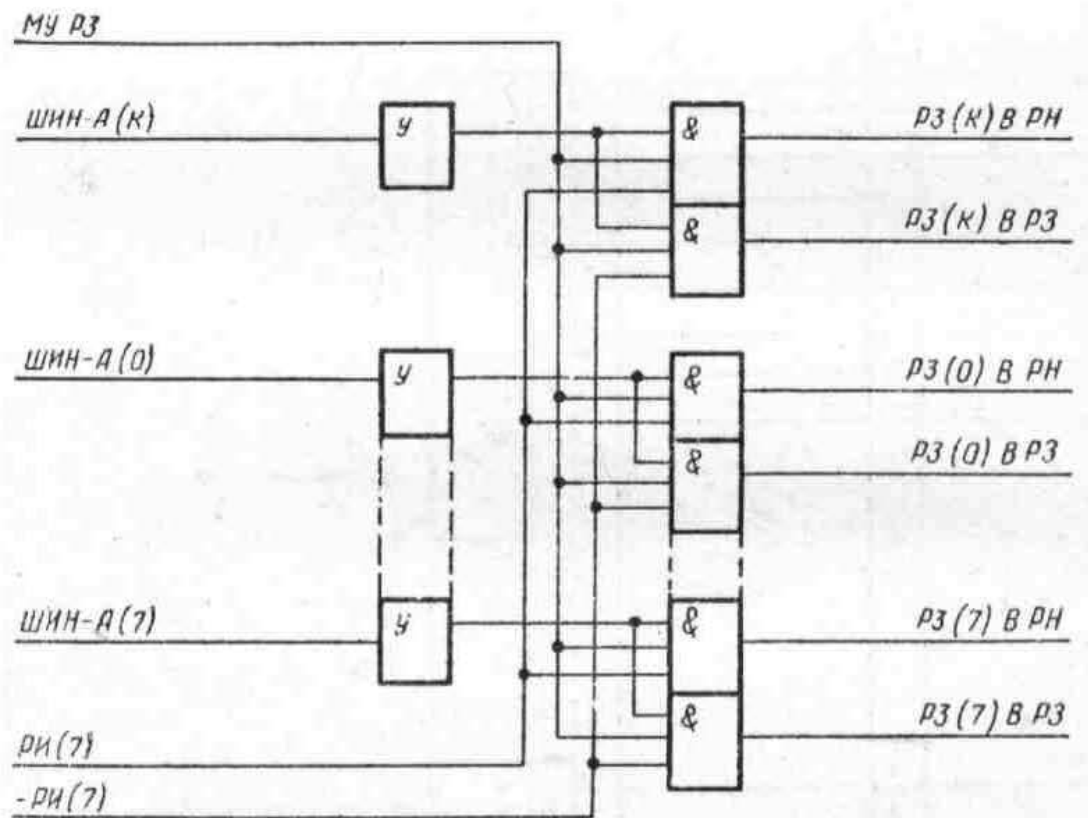


Рис. 5.7. Схема выдачи содержимого регистра РЗ в регистр Н или 3 оперативной памяти

Информация с ШИН-А передается в регистр Н или 3 в цикле обмена данными между ВУ и ОП при выполнении операции чтения в канале. Вследствие того что модификация адреса данных при выполнении операции чтения так же, как при выполнении операции записи, осуществляется перед выдачей каналом информации с ШИН-А в Н или 3, то при четном адресе данных, находящемся в ГРИ, информация передается из РЗ в регистр 3 оперативной памяти, а при нечетном — в регистр Н оперативной памяти (рис. 5.7). Информация из РЗ передается на вход В арифметического блока при приеме от ВУ по ШИН-А байта адреса или байта состояния ВУ. Выдача информации из РЗ на вход В арифметического блока или в регистры Н или 3 управляется микропрограммно.

Блок контроля, содержащий регистры ошибок РЕ и РБ и схемы обнаружения ошибок, описывается в гл. 7.

5.2.6. Мультиплексная память

Мультиплексная память входит в состав оперативной памяти, имеет общие адресный МН и информационные регистры Н и З. Обращение к МП производится по специальному признаку, указанному в микрокоманде. Мультиплексная память начинается с адреса 256 и разделена на отдельные области (подканалы) по 16 байт. Общий объем этой памяти кратен 16 и зависит от объема оперативной памяти. Число подканалов в мультиплексной памяти зависит от ее объема (см. табл. 2.2). Независимо от объема МП первые восемь подканалов в МП – разделенные, остальные – неразделенные.

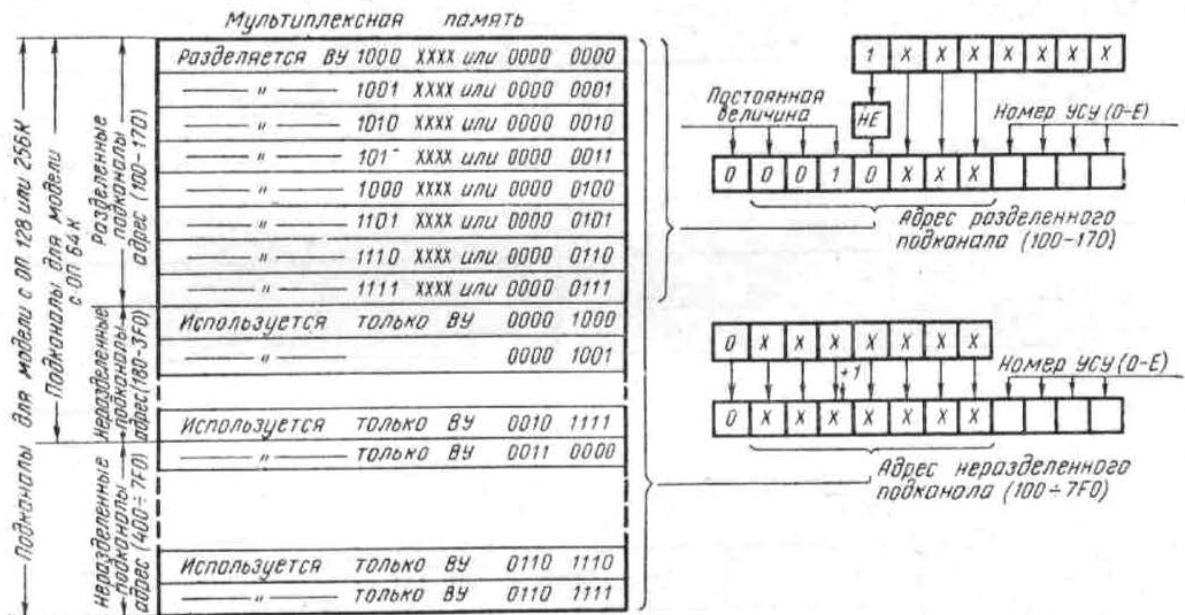
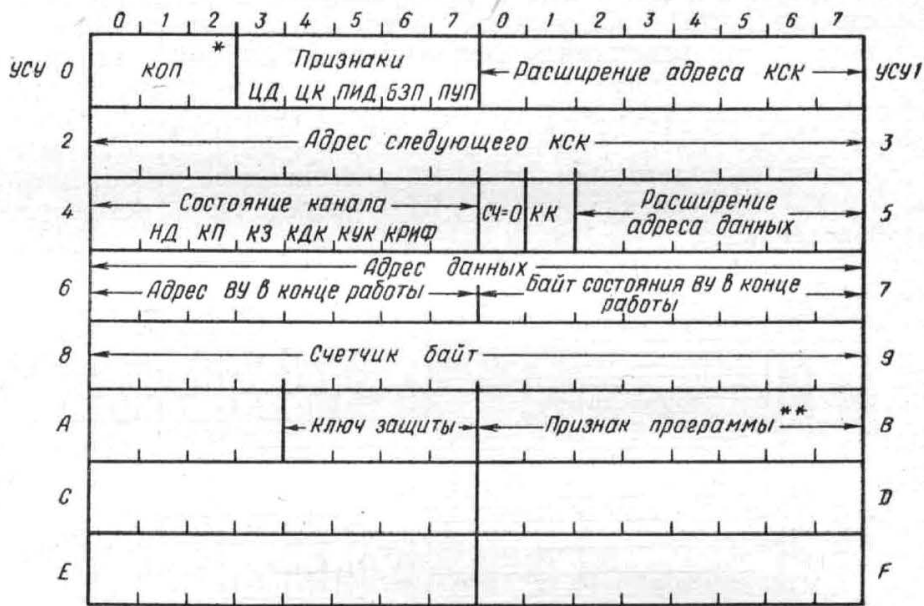


Рис. 5.8. Формирование адреса подканала и структура МП канала

При выполнении одной операции ввода – вывода используется один подканал МП, в котором в течение выполнения операции хранится и модифицируется УСУ, управляющее ходом выполнения операции, а также накапливается необходимая информация о выполнении операции. Одновременно может выполняться столько операций ввода-вывода, сколько подканалов в мультиплексной памяти. Каждому адресуемому ВУ соответствует один подканал. Адресация к подканалам зависит от номера ВУ. Формирование адреса неразделенного и разделенного подканалов показано на рис. 5.8.

Адресация к ячейкам МП в пределах подканала произвольная, при этом адрес ячейки складывается из номера подканала и номера ячейки в подканале (от 0 до F). Для адресации к ячейкам МП используется 11 разрядов, из которых 4 младших разряда указывают номер ячейки в подканале. Для удобства УСУ условно разбивается на части длиной в один байт, которые обозначаются как УСУ0–УСУР.

УСУ КМ формируется в процессе выполнения команд ввода – вывода из информации, содержащейся в АСК и КСК, причем из АСК заносится адрес первого КСК + 8, ключ защиты КСК и данных;



* КОП

0	0	1	Записать
0	1	0	Считать
1	0	0	Считать в обратном направлении

** Признаки выполнения монополярного режима, зацепления по данным или команде

Рис. 5.9. Управляющее слово устройства

из КСК — код команды, признаки, адрес данных, счетчик байт. В конце выполнения операции в УСУ заносится состояние канала, состояние ВУ и адрес ВУ.

Размещение информации в УСУ КМ и его формирование показаны соответственно на рис. 5.9 и 5.10. УСУС—УСУР каналом не используются.

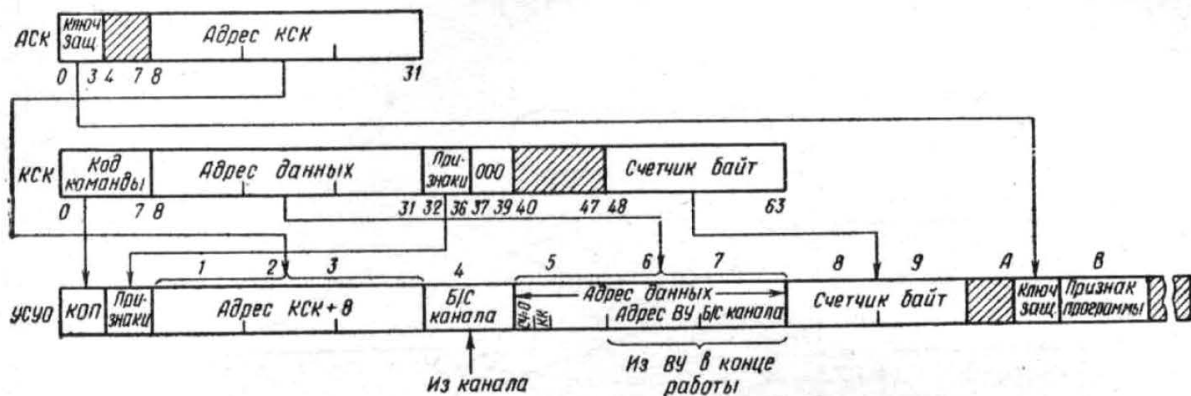


Рис. 5.10. Формирование УСУ в КМ

5.3. РАБОТА КАНАЛА

Команды управления каналами SIO, TIO, HIO, TCH, управляющие работой канала, а также все OBB в мультиплексном канале выполняются под управлением микропрограммы канала.

Рассмотрим выполнение команды управления каналами и OBB в канале на разных этапах OBB.

5.3.1. Команда НАЧАТЬ ВВОД–ВЫВОД (SIO)

Команда SIO выполняется на первом этапе OBB. По этой команде в подканале запускаются операции записи, считывания, считывания в обратном направлении, уточнения состояния и команды управления. Алгоритм выполнения команды SIO показан на рис. 5.11 и 5.11а.

Выполнение команды SIO в мультиплексном канале начинается с проверки условия выполнения ее на супервизорном уровне ($ССР15 = 0$). Если это условие не выполняется, то осуществляется переход к программному прерыванию. Если команда SIO выполняется на супервизорном уровне, микропрограмма канала устанавливает признак работы канала в регистре БС процессора ($РБС(5) = 1$) и формирует адрес подканала по адресу ВУ, указанному в команде SIO, в соответствии с рис. 5.10. Затем из МП считывается содержимое адресуемого подканала и анализируется его состояние.

Если разряды кода операции в УСУО не равны нулю, то подканал занят и операция не может быть начата. В этом случае в текущем ССП устанавливается КУ = 2 и на этом выполнение SIO заканчивается.

Если код операции равен нулю, значит подканал свободен. В этом случае производится выборка из оперативной памяти управляющих слов АСК и КСК и проверка их на действительность (см. гл. 2). Если при этом будет обнаружена ошибка в одном из управляющих слов, она обрабатывается и выполнение команды SIO заканчивается установкой КУ = 1.

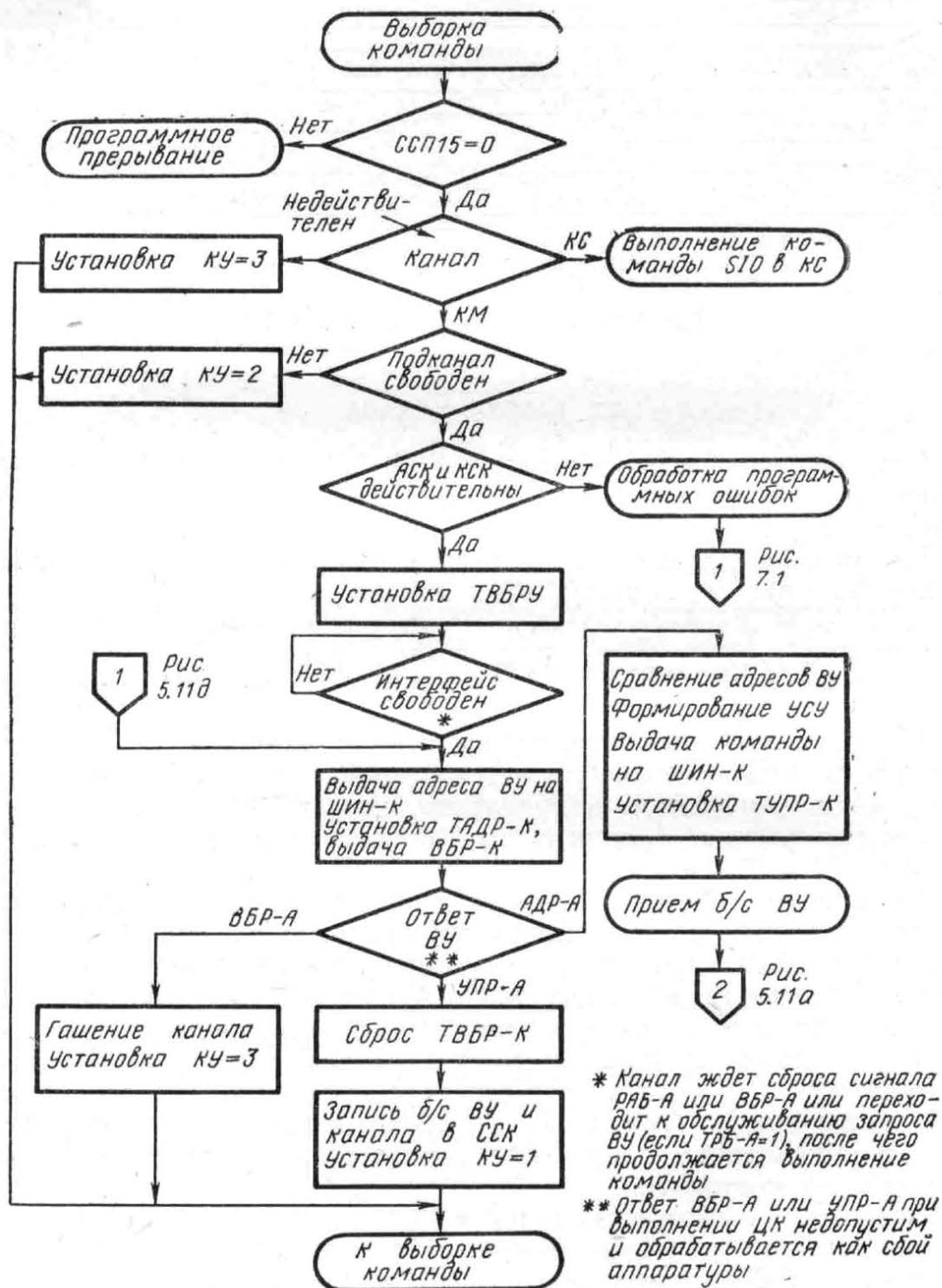
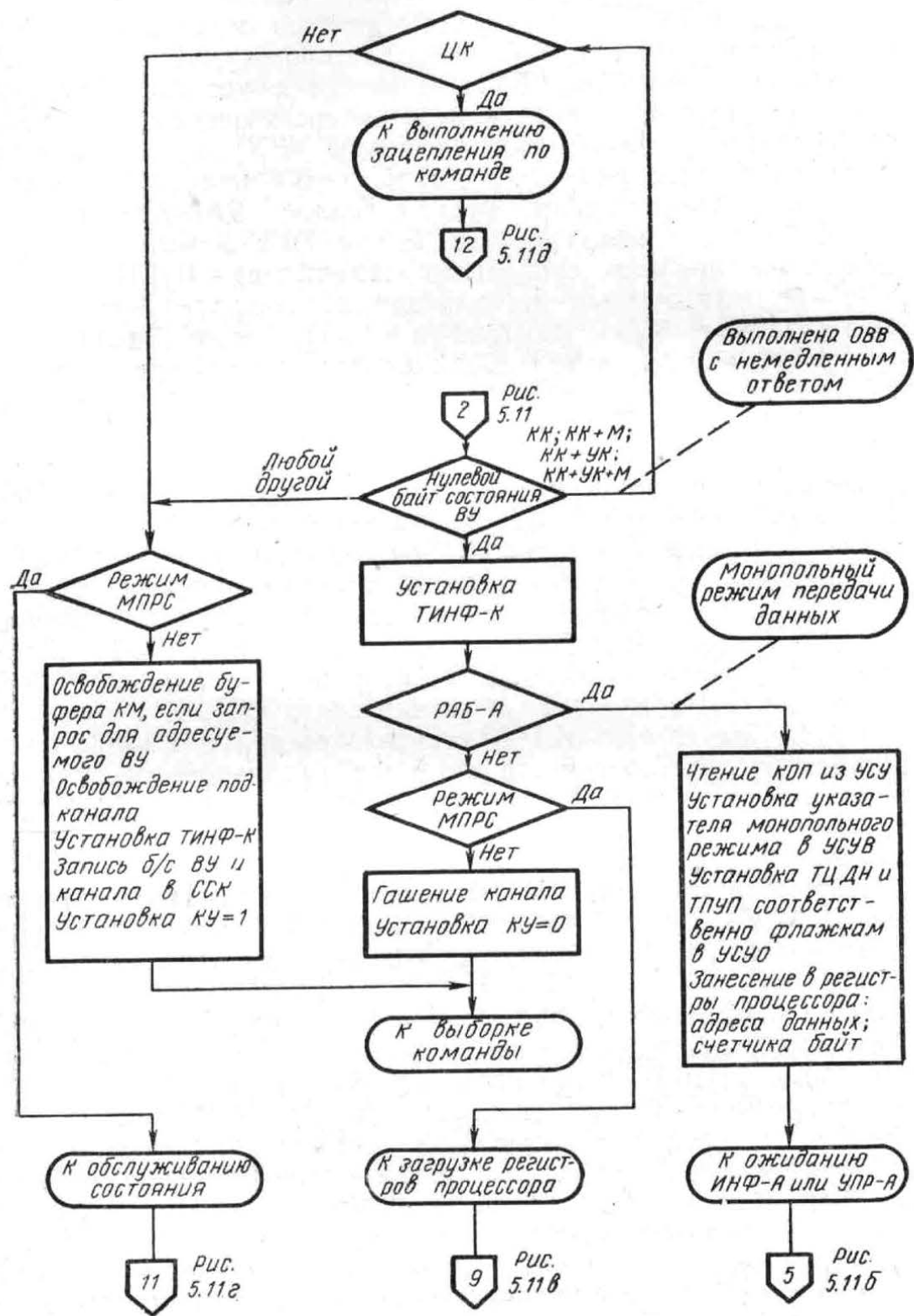


Рис. 5.11. Алгоритм выполнения команды SIO.



а

Рис. 5.11а. Алгоритм выполнения команды SIO (продолжение).

Если АСК и КСК верны, осуществляется переход к выполнению начальной выборки ВУ, адрес которого указан в команде SIO. Начальная выборка ВУ начинается с установки триггера ТВВРУ (см. рис. 5.5), по которому в свою очередь устанавливается триггер блокировки выборки ВУ по требованию (ТВВВР-К) при условии, что все запросы ВУ на обслуживание их требований удовлетворены (нет сигналов РАБ-А, ТРБ-А и ВВР-К). Если оба триггера ТВВВР-К и ТВВРУ установлены,

то формируется признак свободного интерфейса (ПСИФ). Если ПСИФ = 1, выполняется стандартная последовательность сигналов начальной выборки ВУ (см. гл. 3). При этом в зависимости от ответа ВУ на сигнал ВБР-К может выполняться последовательность выборки ненайденного ВУ, занятого ВУ или нормальная последовательность начальной выборки ВУ.

Если в ответ на сигнал ВБР-К принят сигнал ВБР-А, значит адресуемое ВУ не найдено. В этом случае устанавливается КУ = 3 и на этом выполнение SIO заканчивается.

Если ВУ в ответ на сигнал ВБР-К ответило сигналом УПР-А, то выполняется последовательность выборки занятого ВУ. Это значит, что ВУ выполняет ранее начатую операцию или работает с другим каналом (если ВУ подключено к двум каналам). В этом случае выполнение команды SJO заканчивается записью в ССК байт состояния ВУ и канала и установкой в ССП КУ = 1.

Если ВУ на сигнал ВБР-К ответило сигналом РАБ-А, то выполняется последовательность сигналов начальной выборки ВУ, параллельно с которой в канале формируется УСУ из информации, указанной в АСК и КСК, и записывается в адресуемый подканал МП.

Приемом байта состояния ВУ в канал последовательность начальной выборки завершается. При этом ВУ в ответ на команду ВВ, выданную каналом, может ответить различными байтами состояния.

Если байт состояния ВУ равен нулю, значит оно свободно и может выполнить команду ввода – вывода. При этом, если ВУ отключилось от интерфейса после приема каналом его байта состояния (РАБ-А = 0), то канал устанавливает КУ=0 и передает управление микропрограмме выборки команд процессора, а дальнейшее выполнение операции ввода – вывода – передача данных – будет производиться под управлением канала в мультиплексном режиме параллельно с работой ЦП.

Если же через 32 мкс после окончания начальной выборки канал обнаружит, что ВУ не отключилось от интерфейса (РАБ-А = 1), то данные будут передаваться в монопольном режиме. В этом случае процессор не освобождается, а выполняется микропрограмма канала, управляющая передачей данных.

Байт состояния ВУ, выданный в конце начальной выборки, может быть ненулевым. При этом в зависимости от имеющихся в нем указателей ОВВ может быть завершена или продолжен. Ненулевой начальный байт состояния ВУ может быть двух типов:

байт состояния, содержащий указатели КК, КК+М, КК+УК, КК + УК + М;

любой другой ненулевой байт состояния (в том числе байт состояния первого типа с любым другим указателем).

Байты состояния первого типа формируются ВУ при выполнении ОВВ с немедленным ответом. Байты состояния второго типа могут формироваться, если ВУ занято выполнением ранее запущенной на нем операции ввода – вывода, если в процессе запуска ВУ были обнаружены необычные условия или, если ВУ занято хранением байта состояния с ранее выполненной операцией.

Если в конце начальной выборки в канал передан байт состояния ВУ первого

типа, а в текущем КСК задан признак ЦК, то операция ввода – вывода на адресуемом ВУ не заканчивается, а выполняется зацепление по команде. Причем зацепление по команде выполняется немедленно, если в байте состояния присутствуют указатели КК + УК, КК + УК + М. Если же байт состояния содержит только указатели КК или КК + М, то зацепление будет выполнено после передачи в канал байта состояния с указателем УК (см. зацепление по команде).

ОВВ на адресуемом ВУ и в подканале заканчивается в конце начальной выборки ВУ в следующих случаях:

в процессе начальной выборки ВУ была выполнена операция с немедленным ответом и в КСК не задан признак ЦК;

при выполнении ОВВ были обнаружены необычные условия (например, получен байт состояния, содержащий дополнительно один из указателей СВОИ В УСТРОЙСТВЕ, ОСОБЫЙ СЛУЧАЙ, ВНИМАНИЕ);

ВУ ответило байтом состояния, относящимся к ранее выполненной операции (в байте состояния содержится указатель ЗАНЯТО вместе с другими указателями окончания операции).

Во всех этих случаях байты состояния ВУ и канала записываются в ССК, подканал освобождается, и в ССП устанавливается КУ = 1.

5.3.2. Передача данных

При успешном запуске ОВВ по команде SIO на адресуемом ВУ и в подканале под управлением микропрограммы канала начинается выполнение второго этапа ОВВ – передача данных. Передача данных через канал может осуществляться в мультиплексном или монопольном режиме. Алгоритм передачи данных показан на рис. 5.11б - в.

Рассмотрим передачу данных в мультиплексном режиме. Когда ВУ готово принять или передать байт данных, оно выдает сигнал ТРБ-А, по которому канал начинает выполнять последовательность сигналов, вводимую ВУ (см. гл. 3). Если на сигнал ВБР-К ВУ ответит сигналами РАБ-А и АДР-А, канал устанавливает запрос на МПРСМ (см. рис. 5.3), который поступает в дешифратор запросов на МПРС от КС и КМ, находящийся в блоке управления каналами, где определяется приоритет запросов. Если нет запросов на МПРС от КС, то выполняется микропрограммная приостановка КМ, которая начинается с разгрузки в ЛП (см. рис. 5.2) содержимого регистров процессора, используемых при выполнении МПРС канала. По адресу ВУ, принятому с ШИН-А в канал, формируется адрес подканала и устанавливается триггер ТОБМ, который блокирует прием требований на обслуживание от других ВУ. Затем последовательность сигналов, вводимая ВУ, заканчивается. Из адресуемого подканала считывается УСУО и если в нем содержатся признаки ЦД и ПУП, то устанавливаются триггеры ТЦДН и ТПУП.

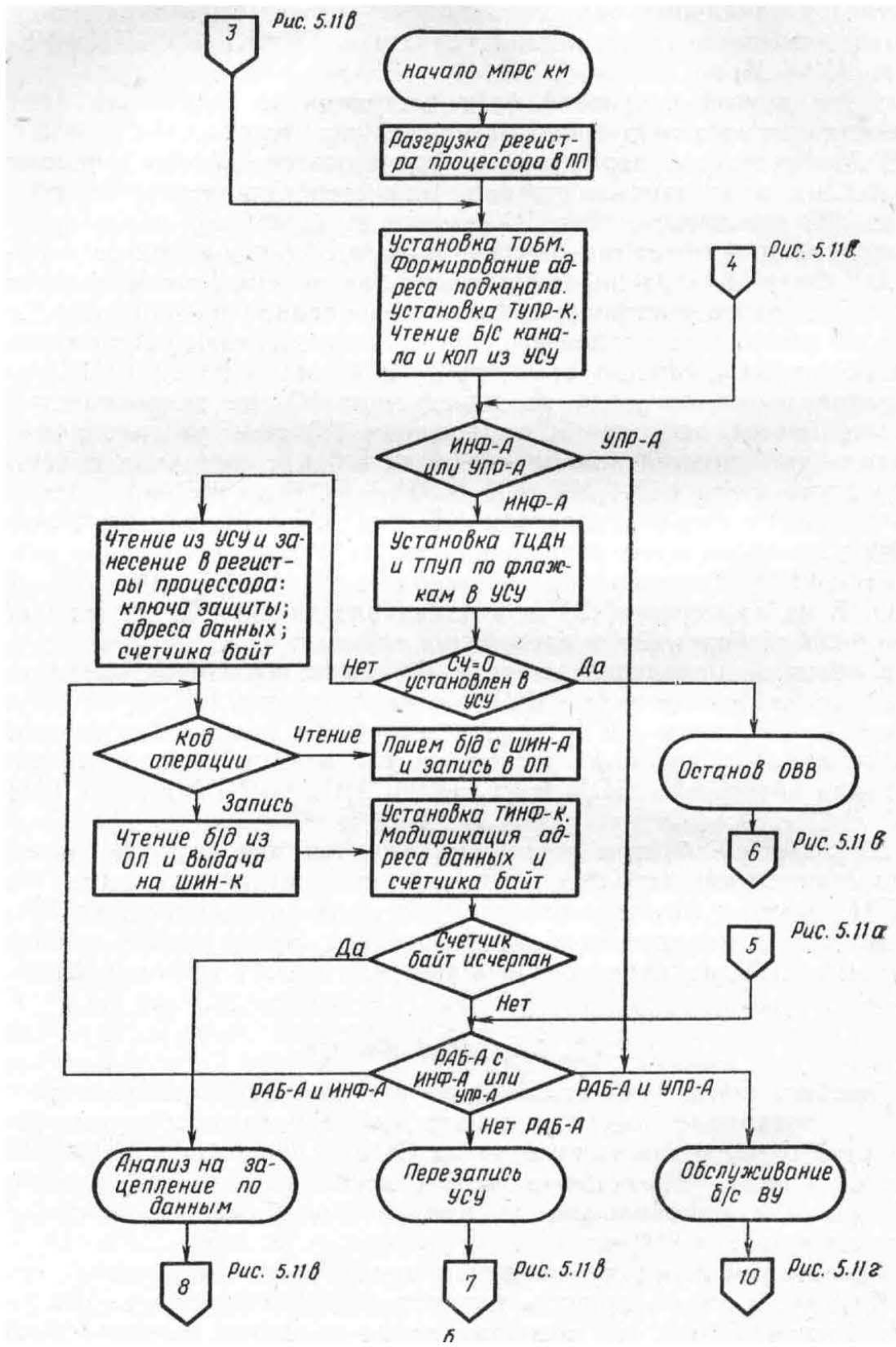


Рис. 5.11б. Алгоритм обслуживания запросов на передачу данных (байтовый и монопольный режим).

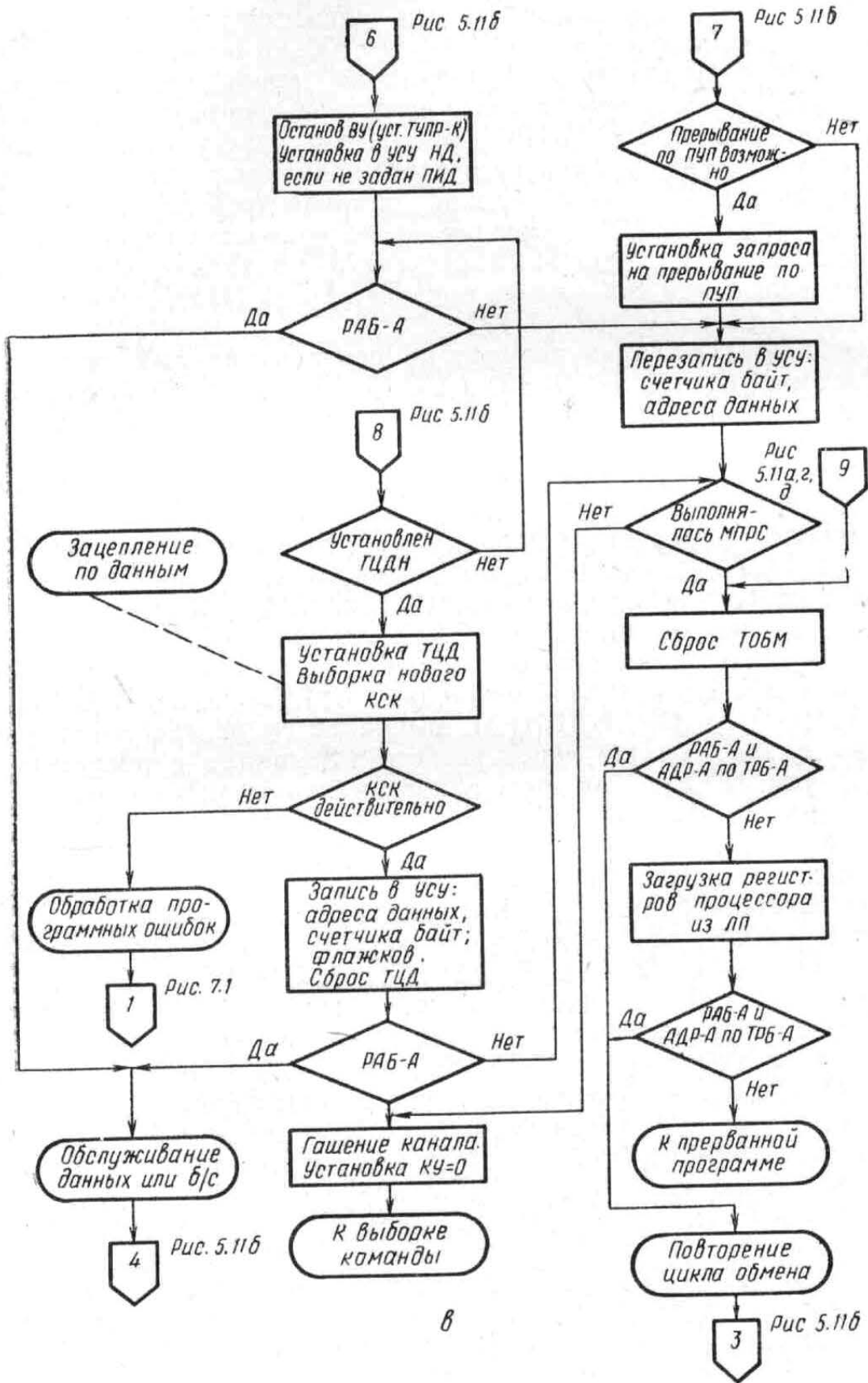


Рис. 5.11в. Алгоритм обслуживания запросов на передачу данных (останов передачи данных или зацепление по данным).

Цикл обслуживания запроса на передачу данных начинается с проверки указателя $СЧ = 0$ в УСУ5. Если этот указатель установлен, выполняется последовательность сигналов ОСТАНОВ, т. е. передача данных заканчивается.

Если указатель $СЧ = 0$ не установлен, то из адресуемого подканала считываются ключ защиты, адрес данных, счетчик байт и размещаются в регистрах процессора. В зависимости от кода операции в УСУО выполняется последовательность приема данных от ВУ в канал или передача данных из канала в ВУ.

Если задана команда ЗАПИСАТЬ, выполняется последовательность передачи данных из оперативной памяти через регистр Р2 канала в ВУ. Если задана команда СЧИТАТЬ или СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ, выполняется последовательность приема данных от ВУ через регистр Р3 канала в оперативную память (см. гл. 3). При этом одновременно модифицируются адрес данных и счетчик байт. При выполнении операций ЗАПИСАТЬ и СЧИТАТЬ адрес данных модифицируется на +1, при выполнении команды СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ— на -1. Счетчик байт всегда модифицируется на -1.

Если в КСК, под управлением которого выполняется команда СЧИТАТЬ или СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ, задан признак ВЗП, то данные в оперативную память не записываются, а модифицируется счетчик байт (адрес данных в этом случае не модифицируется). После приема или выдачи байта данных каналом анализируется состояние счетчика байт.

Если содержимое счетчика байт не равно нулю и ВУ отключилось от интерфейса ($РАБ-А = 0$), микропрограмма загружает в адресуемый подканал модифицированное значение адреса данных и счетчика байт. При этом одновременно проверяется возможность установки каналом запроса на прерывание типа ПУП для данного ВУ. Если триггер ТПУП был установлен и буфер прерывания канала свободен (см. рис. 5.3), то канал устанавливает запрос на прерывание по ПУП. Затем начинается загрузка содержимого регистров из локальной памяти в регистры процессора. В начале цикла загрузки микропрограммно сбрасывается триггер ТОБМ, который блокировал выдачу каналом сигнала ВБР-К в ответ на сигнал ТРБ-А. После сброса ТОБМ производится анализ запроса на обслуживание от ВУ и если он имеется ($Б-А = 1$ и $АДР-А=1$), осуществляется переход к формированию адреса подканала по адресу ВУ, выдавшему запрос на обслуживание. Если это запрос на обслуживание данных, то повторяется цикл, аналогичный ранее описанному. Если это запрос на обслуживание байта состояния, выполняется последовательность обслуживания байта состояния.

Если в канал не поступил запрос на обслуживание ($РАБ-А = 0$ и $АДР-А=0$), то содержимое регистров процессора, запомненное в локальной памяти, восстанавливается и осуществляется переход к прерванной программе.

Рассмотрим монопольный режим передачи данных. Если в конце начальной выборки после выдачи нулевого байта состояния ВУ не отключилось от интерфейса ($РАБ-А = 1$), то данные будут передаваться в монопольном режиме. Из адресуемого подканала считывается УСУО и в зависимости от наличия флажков ЦД и ПУП устанавливаются соответственно триггеры ТЦДН и ТПУП, в УСУА устанавливается указатель монопольного режима, из УСУ5-9 считываются адрес данных и счетчик байт

и заносятся в регистры процессора. Затем организуется цикл ожидания запроса от ВУ на передачу или прием байта данных (сигнал ИНФ-А) или байта состояния (сигнал УПР-А). В зависимости от кода операции, заданного в УСУО, по сигналу ИНФ-А начинается цикл передачи или приема байта данных, при выполнении которого модифицируются адрес данных и счетчик байт. После каждой передачи или приема данных анализируется состояние счетчика байт. Если счетчик байт стал равен нулю и не установлен ТЦДН, немедленно выполняется последовательность останова (см. гл. 3) и осуществляется переход к обслуживанию байта состояния. Если счетчик байт не равен нулю, осуществляется переход к циклу ожидания запросов от ВУ (см. рис. 5.11 а, б). Необходимо отметить, что в случае выполнения ОБВ в монопольном режиме КУ = 0, указывающий на успешный запуск операции, устанавливается после окончания передачи данных.

5.3.3. Окончание операции ввода-вывода

Окончание операции ввода – вывода, выполняемой под управлением текущего КСК, может завершиться зацеплением по данным, зацеплением по команде или передачей байта состояния ВУ в канал и установкой запроса на прерывание по вводу – выводу. Это зависит от типа команды и признаков в текущем КСК.

Зацепление по данным. Если в текущем КСК задан признак ЦД, то, когда в процессе выполнения передачи данных между ВУ и каналом счетчик байт (УСУ8, УСУО) станет равным нулю, производится зацепление по данным независимо от режима работы канала.

Из подканала данного ВУ извлекается адрес следующего КСК, по которому из оперативной памяти считывается новое КСК цепочки и проверяется на действительность. Если новое КСК удовлетворяет всем условиям проверки, то в адресуемый подканал записываются признаки, счетчик байт, адрес данных и адрес нового КСК + 8. На этом зацепление по данным заканчивается, и микропрограмма в зависимости от режима работы канала в момент зацепления переходит к циклу обслуживания данных (монопольный режим) или к циклу загрузки регистров процессора из локальной памяти (мультиплексный режим).

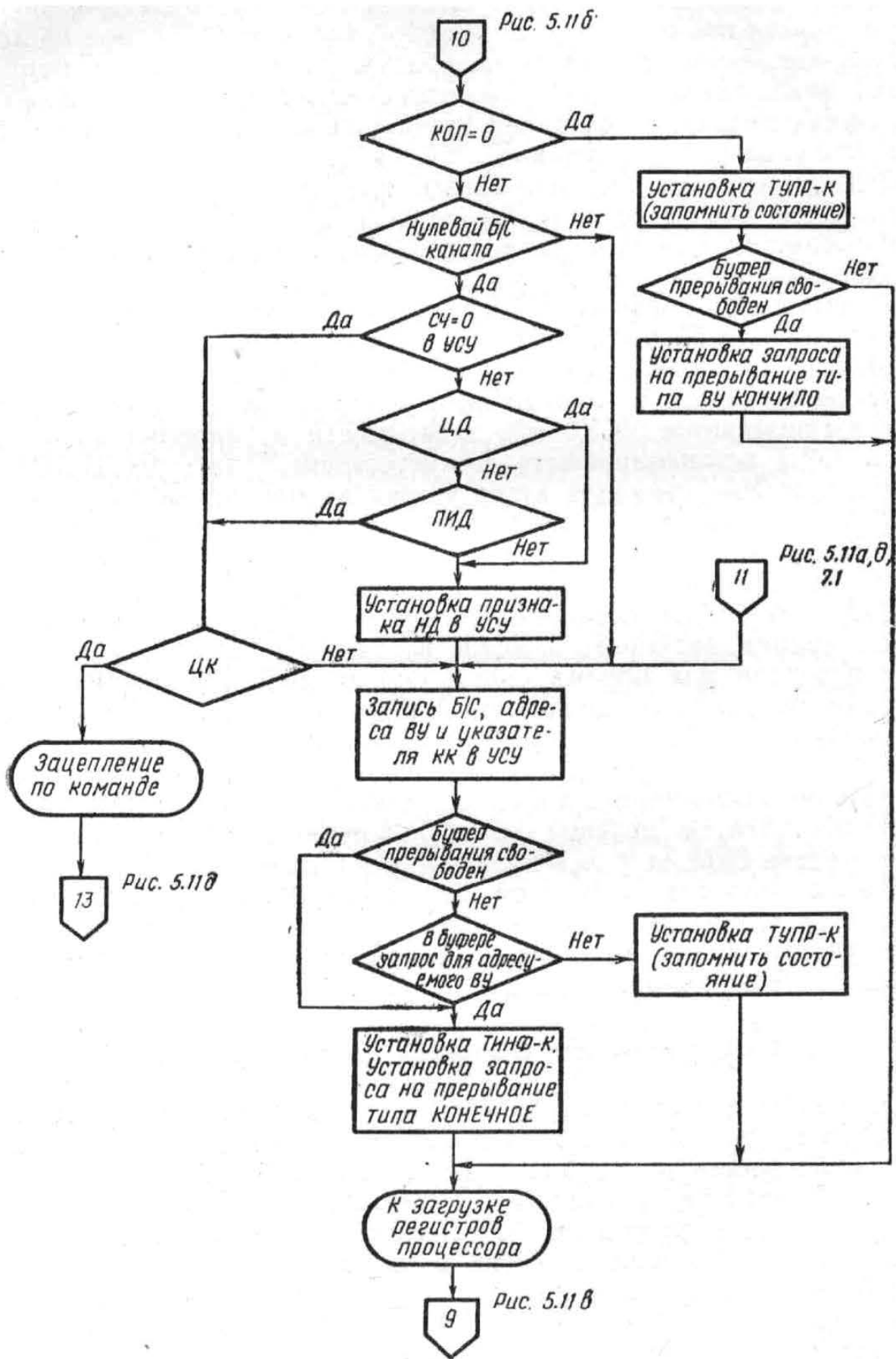


Рис. 5.11г. Алгоритм обслуживания слова состояния.

Передача байта состояния. Когда текущая операция ВВ заканчивается на ВУ,

оно выдает байт состояния, причем после завершения передачи данных через интерфейс ВУ выдает байт состояния с указателем КК. Когда операция под управлением одного КСК закончена на самом ВУ, оно выдает байт состояния с указателем УК. Указатели КК и УК могут быть выданы одновременно в одном байте состояния или раздельно—сначала КК, а затем УК. В этом случае передаются два байта состояния: сначала с указателем КК, а затем с указателем УК (см. гл. 3).

Для передачи байта состояния ВУ выставляет сигнал ТРВ-А, по которому канал соединяется с ВУ и организует выход на МПРС. Выполнение МПРС в этом случае начинается так же, как при обслуживании данных. Под управлением микропрограммы канала осуществляется разгрузка регистров процессора в локальную память, устанавливается ТОБМ, формируется адрес подканала и считывается УСУО.

Обслуживание байта состояния ВУ начинается с анализа кода операции в УСУО (см. рис. 5.11б и 5.11г).

КОП \neq 0, закончена передача данных. Если область кода операции не равна нулю, то из подканала считываются УСУ4, УСУ5 и анализируются содержащиеся в них байты состояния канала и указатель СЧ=0. В зависимости от признаков, заданных в текущем КСК, и от возникших условий в канале в процессе выполнения операции ввода — вывода канал может закончить или продолжить операцию. Если байт состояния канала не равен нулю, то независимо от состояния счетчика байт и от состояния признаков, указанных в текущем КСК, ОВВ заканчивается (см. рис. 5.11г).

Если в процессе выполнения операции не было обнаружено программных и аппаратных ошибок, а в УСУ5 установлен указатель СЧ=0 (т. е. исчерпан счетчик байт) и нет признака ЦК, осуществляется также переход к завершению операции ввода — вывода.

При ненулевом счетчике байт (в УСУ5 нет указателя СЧ = 0) ОВВ всегда заканчивается как описано ниже, кроме случая, когда в текущем КСК задан признак ЦК и ПИД. В этом случае выполняется зацепление по команде.

При завершении операции ввода — вывода микропрограмма канала записывает в УСУ5 указатель КК, в УСУ6 и УСУ7 — конечный байт состояния и адрес ВУ. Затем анализируется возможность установки запроса на прерывание по вводу — выводу.

Если в канале не установлен запрос на прерывание или установлен запрос на прерывание типа ПУП для адресуемого ВУ, устанавливается запрос на прерывание типа КОНЕЧНОЕ, а ПУП учитывается при обработке прерывания (см. п. 5.3.7). В буфер прерывания канала, находящийся в локальной памяти (см. рис. 5.2), записывается адрес ВУ и указатель КК. В регистре ВР процессора устанавливается триггер ТЗПРВКМ. После отключения ВУ от интерфейса выполняется загрузка регистров процессора информацией, запомненной при разгрузке их в ЛП. Затем осуществляется переход к выполнению приостановленной микропрограммы.

КОП = 0, закончена операция под управлением КСК. Если код операции в УСУО равен нулю, то ВУ передает байт состояния с указателем УК или ВНИМАНИЕ. В этом случае ВУ дается указание ЗАПОМНИТЬ БАЙТ СОСТОЯНИЯ. Если в канале не установлен запрос на прерывание от другого ВУ, устанавливается запрос на прерывание типа

устройство КОНЧИЛО. В буфер прерывания записывается указатель УК и адрес ВУ. В регистре ВР процессора устанавливается $BR(3)=1$. После выполнения загрузки регистров процессора из локальной памяти осуществляется переход к приостановленной микропрограмме.

Зацепление по команде. По одной команде SIO можно выполнить несколько операций ввода – вывода на одном ВУ, используя признак ЦК в текущем КСК. После завершения передачи данных между ВУ и каналом и передачи ВУ в канал байта состояния определяется наличие ЦК и возможность зацепления по команде (рис. 5.11г, д).

Зацепление по команде возможно, если в процессе выполнения ОБВ не было обнаружено программных и аппаратных ошибок и при наличии одного из условий:

счетчик байт равен нулю (в УСУ5 установлен указатель СЧ = 0) и в УСУ задан признак ЦК;

счетчик байт не равен нулю (в УСУ5 не установлен указатель СЧ = 0, но в УСУ заданы признаки ПИД и ЦК).

В этом случае начинается анализ байта состояния, полученного от ВУ.

Байт состояния ВУ в зависимости от имеющихся в нем указателей может быть двух типов:

байт состояния, содержащий указатели УК, УК+М, КК+УК, КК+УК+М, КК и КК+М;

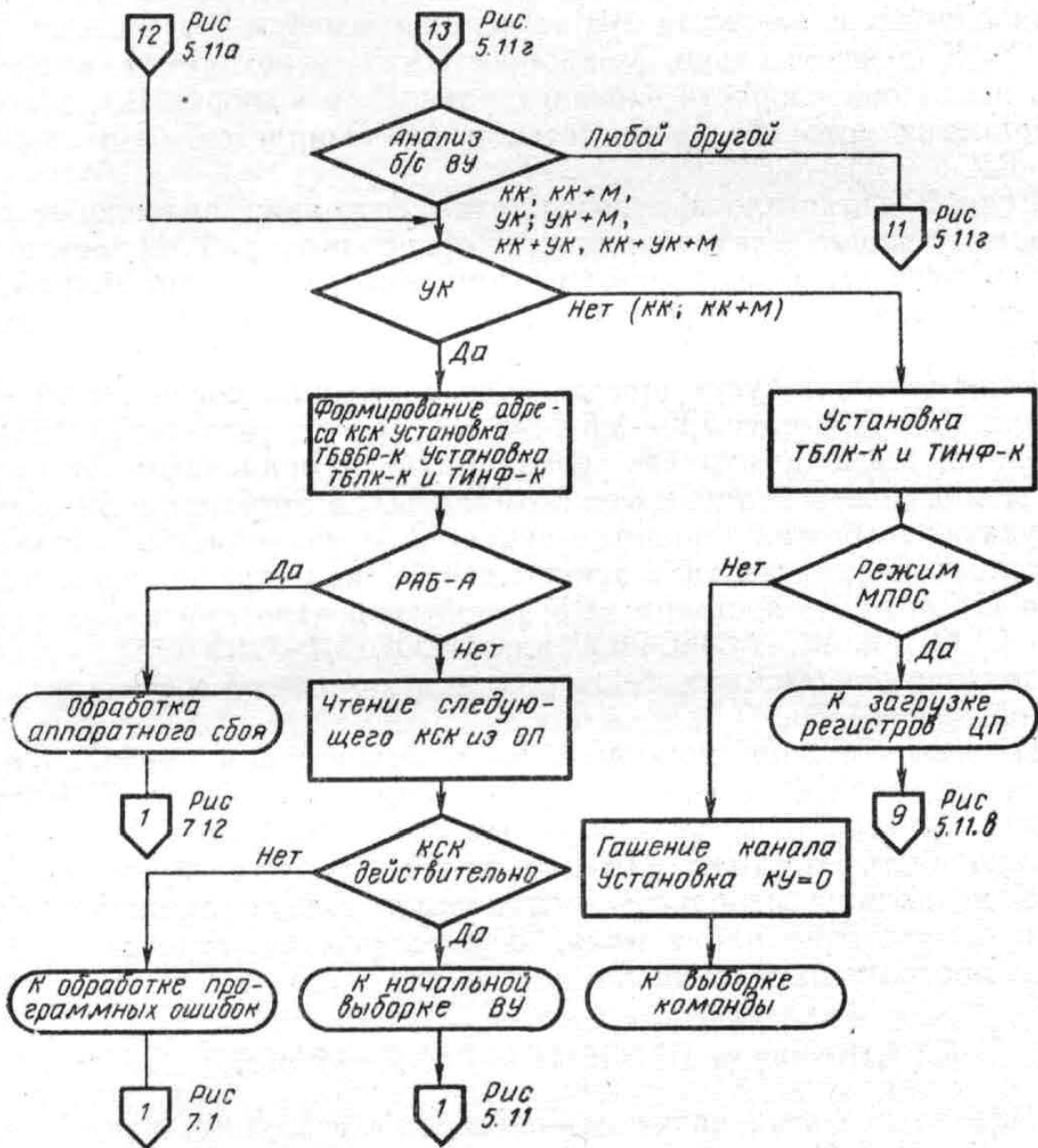
любой другой байт состояния (байт состояния первого типа с любым другим указателем).

Если от ВУ получен байт состояния второго типа, то зацепление по команде не выполняется и ОБВ заканчивается, как показано на рис. 5.11г.

Если байт состояния первого типа содержит указатели КК, КК + М, то ВУ дается указание о выполнении зацепления по команде и после загрузки регистров процессора информацией из 'ЛП осуществляется переход к приостановленной микропрограмме.

Зацепление по команде в этом случае будет выполнено, когда ВУ выдает в канал байт состояния с указателем УК.

Если байт состояния первого типа содержит указатели УК, УК+М, КК+УК или КК+УК+М, то выполняется немедленно зацепление по команде. Из адресуемого подканала считываются УСУ0, 1, 2, содержащие адрес следующего КСК, а из УСУА – ключ защиты, под управлением которого будет считано следующее КСК канальной программы. При этом, если в анализируемом байте состояния ВУ имеется указатель МОДИФИКАТОР, адрес прочитанного из УСУ КСК модифицируется на +8, т. е. адресом следующего КСК в этом случае будет адрес текущего КСК+16. Микропрограммно устанавливается триггер ТВВВР-К, блокирующий выдачу каналом сигнала ВВР-К по требованию от других ВУ, и выдаются сигналы БЛК-К и ИНФ-К. После отключения ВУ от интерфейса (сигнал РАБ-А = 0) начинается выборка следующего КСК программы канала и проверка его на действительность.



д

Рис. 5.11д. Алгоритм зацепления по команде

Если в этом КСК будет обнаружена программная ошибка, выполнение зацепления прекращается, обрабатывается программная ошибка и операция ВВ заканчивается (см. гл. 7). Если же это КСК действительно, микропрограмма переходит к выполнению последовательности сигналов начальной выборки ВУ, в конце выполнения которой принимается и анализируется байт состояния ВУ.

Если ВУ ответило нулевым байтом состояния, зацепление произошло успешно и в зависимости от режима работы осуществляется переход к циклу обмена данными (монопольный режим) или к циклу загрузки регистров процессора (мультиплексный режим).

Если в канал будет принят байт состояния, содержащий указатели КК+УК или КК+УК+М без других указателей (следовательно, была выполнена операция с

немедленным ответом), микропрограмма анализирует признак ЦК в текущем КСК и если он указан, выполняется новое зацепление по команде. Если же этот признак не указан в текущем КСК или при наличии признака ЦК в байте состояния ВУ имеются другие признаки, например СВОЙ В УСТРОЙСТВЕ или ОСОБЫЙ СЛУЧАЙ, то ОВВ заканчивается (см. рис. 5.1 1а переход по байте состояния типа любой другой).

При выполнении команды SIO и при каждом зацеплении по команде анализируется код команды в следующем КСК программы канала. При этом в первом КСК программы канала не должно быть команды ПВК, а в последующих КСК команда ПВК не должна использоваться подряд в двух смежных КСК. Если это условие нарушается, осуществляется переход к обработке программных ошибок.

5.3.4. Команда ПРОВЕРИТЬ ВВОД–ВЫВОД (ТЮ)

Назначение этой команды–проверить состояние канала, подканала и ВУ. Управляющие слова АСК и КСК при выполнении команды ТЮ не используются. Выполняется команда под управлением микропрограммы канала, алгоритм которой показан на рис. 5.12.

Выполнение команды ТЮ в канале начинается с проверки условия выполнения команды на супервизорном уровне ($ССП15 = 0$). Если это условие не выполняется, устанавливается запрос на выполнение программного прерывания. Если команда ТЮ выполняется на супервизорном уровне, проверяется номер канала, заданный командой. Если задан номер канала, недействительный для данной модели, в текущем ССП устанавливается КУ = 3 и осуществляется переход к выборке следующей команды. Если задан номер КМ, то по адресу ВУ формируется адрес подканала и считывается УСУ0. Затем проверяется состояние подканала путем анализа области кода операции в УСУ0.

Если КОП $\neq 0$, то подканал занят либо выполнением операции ввода–вывода на адресуемом ВУ, либо в подканале имеется условие ожидания прерывания для адресуемого или неадресуемого ВУ. С целью определения состояния подканала анализируется наличие указателя КК в УСУ5. Если указатель КК не установлен в УСУ5, ОВВ в подканале не закончена. В этом случае в ССП устанавливается КУ = 2 и осуществляется переход к выборке следующей команды.

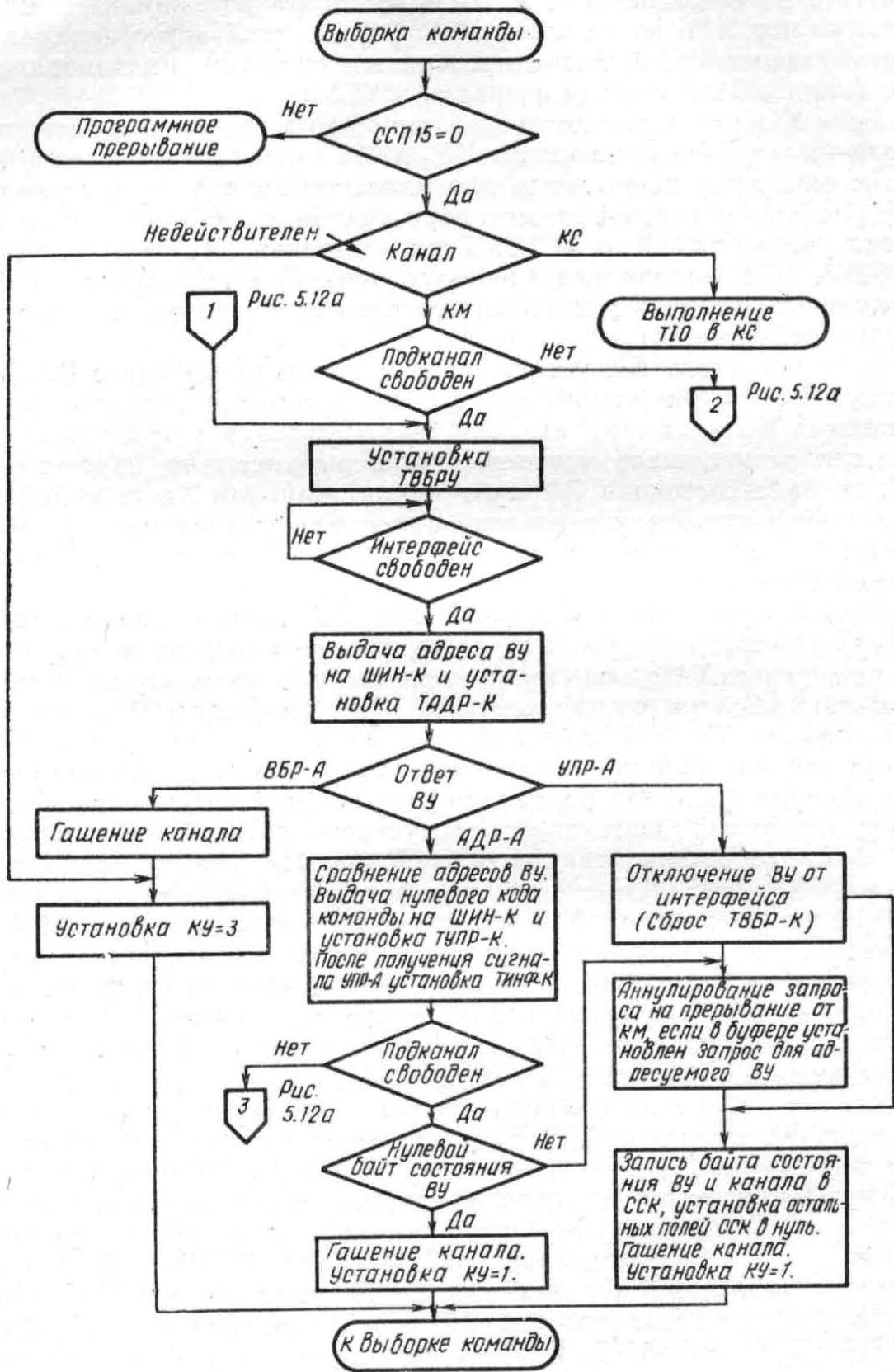
Если указатель КК установлен в подканале, но адрес ВУ, записанный в УСУ6, отличается от адресуемого, также осуществляется установка КУ = 2.

Если в подканале установлено прерывание для адресуемого ВУ, то байт состояния ВУ либо принят каналом (т. е. в буфере прерывания канала установлен запрос на прерывание типа КОНЕЧНОЕ) и записан в подканале, либо с указателем КК запомнен в самом ВУ.

Если прерывание для адресуемого ВУ установлено в подканале и канале, то адрес ВУ, находящийся в буфере прерывания канала, адрес ВУ в подканале и адрес ВУ, заданный в команде, совпадают. В этом случае конечный байт состояния ВУ запомнен в подканале (УСУ7), т. е. вся информация о выполнении ОВВ находится в подканале и микропрограмма переходит к запоминанию полного ССК. Из подканала

считываются ключ защиты программы, счетчик байт, адрес следующего КСК, байт состояния ВУ, байт состояния канала и записываются в соответствующие поля ССК в ОП. Далее подканал освобождается (стирается область кода операции в УСУО и байт состояния канала в УСУ4), аннулируется запрос на прерывание в канале (стирается содержимое ячеек буфера прерывания), сбрасывается триггер запроса на прерывание мультиплексного канала в регистре БР процессора. Устанавливается КУ1, и микропрограмма переходит к выборке команды процессора.

Если в буфере прерывания канала установлен запрос для неадресуемого командой ТПО ВУ, а в подканале установлен запрос для адресуемого ВУ, то в этом случае байт состояния запомнен в ВУ. Микропрограмма канала для снятия запомненного байта состояния ВУ начинает выборку устройства с установки триггера ТВВРУ и анализа признака ПСИФ. Если ПСИФ = 1, выполняется стандартная последовательность сигналов начальной выборки ВУ, в течение которой ВУ передается команда ПРОВЕРИТЬ ВВОД-ВЫВОД. В ответ на эту команду ВУ выдает свой байт состояния, который принимается и запоминается в ССК. Остальные поля ССК заполняются информацией из адресуемого подканала (счетчик байт, ключ защиты, байт состояния канала, адрес КСК+8). Затем подканал и буфер канала освобождаются, снимается в регистре БР запрос на прерывание от КМ и устанавливается КУ = 1.



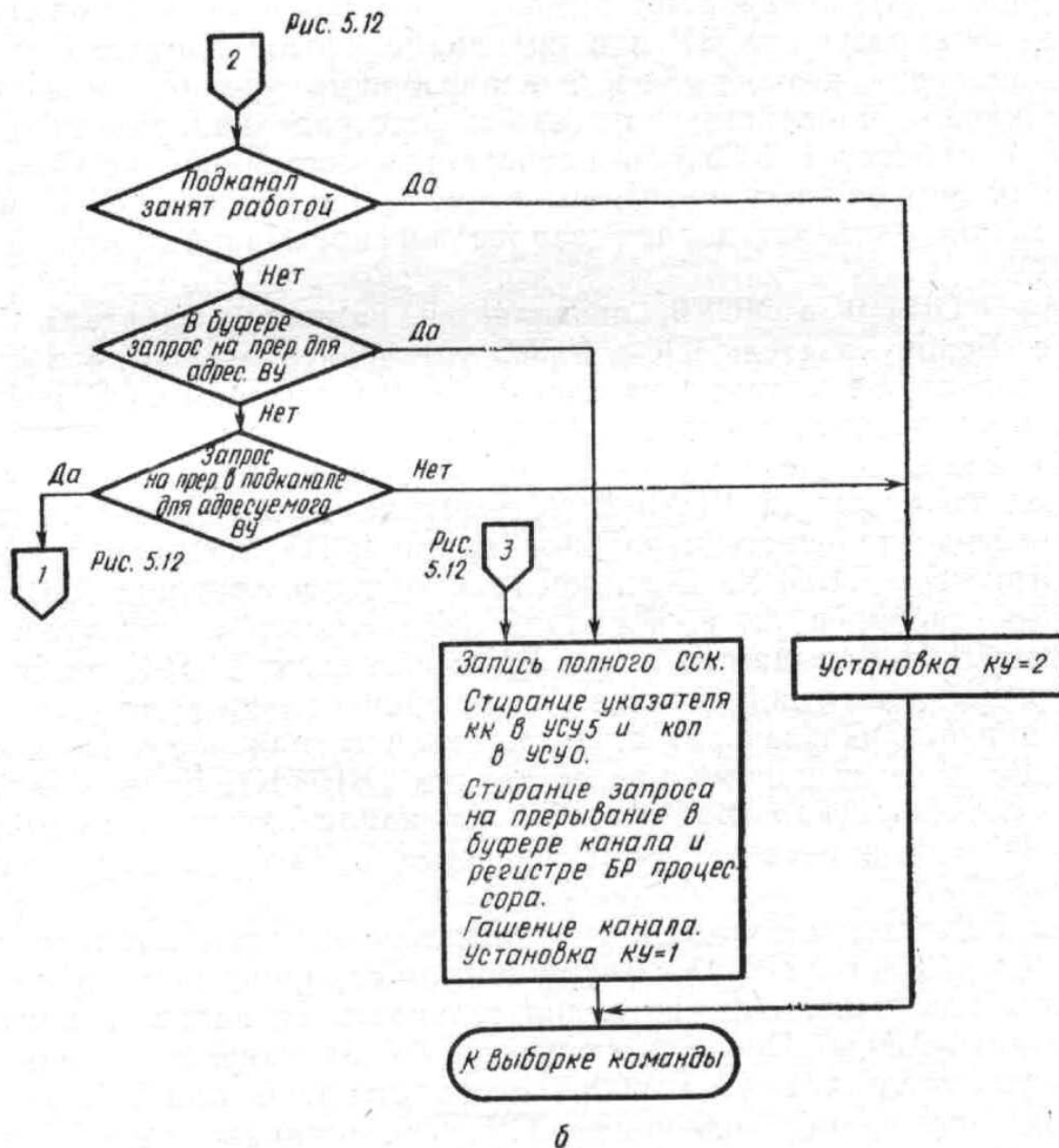


Рис. 5.12. Алгоритм выполнения команды ТЮ: а—начало; б — продолжение

Если при выполнении начальной выборки, предпринятой каналом для снятия запомненного байта состояния ВУ, в канале будет получен в ответ на ВЕР-К сигнал ВЕР-А или УПР-А, то в первом случае устанавливается КУ = 3 и выполняется переход к выборке следующей команды. Во втором случае запоминается неполное ССК (байт состояния ВУ и канала, а остальные поля ССК равны нулю), устанавливается КУ=1, выполняется переход к выборке следующей команды.

Если КОП = 0, подканал свободен. Адресуемое ВУ в этом случае доступно или хранит байт состояния типа УК. Для определения состояния ВУ микропрограмма выполняет начальную выборку ВУ.

Если ВУ в ответ на команду ПРОВЕРИТЬ ВВОД-ВЫВОД выдает нулевой байт состояния, устанавливается КУ = 0 и производится переход к выборке следующей команды. При ненулевом байте состояния запоминается неполное ССК, устанавливается КУ = 1 и осуществляется переход к выборке следующей команды.

Если к моменту выполнения команды ТЮ в канале был установлен запрос на прерывание типа УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО для адресуемого ВУ, этот запрос аннулируется.

Если ВУ в ответ на сигнал ВБР-К ответило сигналом УПР-А (ВУ занято), выполняется последовательность сигналов отключения от интерфейса. После отключения запоминается неполное ССК, и устанавливается КУ = 1. При получении в ответ на сигнал ВБР-К сигнала ВБР-А устанавливается КУ = 3 и осуществляется переход к выборке следующей команды.

5.3.5. Команда ОСТАНОВИТЬ ВВОД-ВЫВОД (НЮ)

Эта команда, выполненная посредством микропрограммы канала (рис. 5.13), прекращает выполнение ОВВ в мультиплексном канале, на адресуемом ВУ и в подканале. После проверки условия выполнения команды на супервизорном уровне, проверки адреса канала на действительность и формирования адреса подканала считывается УСУО и проверяется состояние подканала. Подканал может быть свободен, занят выполнением ОВВ или в нем может быть установлен запрос на прерывание типа КОНЕЧНОЕ.

Если КОП=0 в УСУО, проверяется наличие указателя КК в УСУ5. Если указатель КК в УСУ5 установлен, операция в подканале завершена, устанавливается КУ = 0 в текущем ССП и осуществляется переход к выборке следующей команды.

Если в подканале не установлен запрос на прерывание или подканал свободен (в УСУО КОП = 0), микропрограмма выполняет последовательность начальной выборки ВУ, начиная с установки триггера ТВБРУ. Если после установки триггера ТВБРУ интерфейс свободен (т. е. в канале нет запросов на обслуживание), на ШИН-К выдается адрес ВУ с сигналом АДР-К на соответствующей линии интерфейса. Дальнейшая последовательность начальной выборки зависит от того, какой сигнал поступит в канал от ВУ в ответ на выборку от канала (ВБР-К). Если в канал будет получен сигнал ВБР-А (ВУ не найдено), то устанавливается КУ = 3 и осуществляется переход к выборке следующей команды.

Если ВУ отвечает последовательностью сигналов выборки занятого ВУ (ответ УПР-А), микропрограмма принимает байт состояния ВУ и выполняет последовательность сигналов отключения от интерфейса. После отключения ВУ от канала устанавливается указатель СЧ=0 в УСУ5, стираются признаки ЦД и ЦК в УСУО, запоминается неполное ССК и устанавливается КУ=1.

Если в ответ на сигнал ВБР-К ВУ ответило сигналами АДР-А и РАБ-А, после сравнения адресов ВУ устанавливается триггер останова (ТОВВ) (см. рис. 5.3). В этом случае выполняется последовательность сигналов отключения от интерфейса (см. гл. 3), по которой ВУ заканчивает ОВВ. После окончания последовательности сигналов отключения от интерфейса и отключения ВУ от интерфейса (РАБ-А = 0) осуществляется запись нулевых байт состояния канала и ВУ в ССК. В текущем ССП устанавливается КУ = 1 и осуществляется переход к выборке следующей команды.

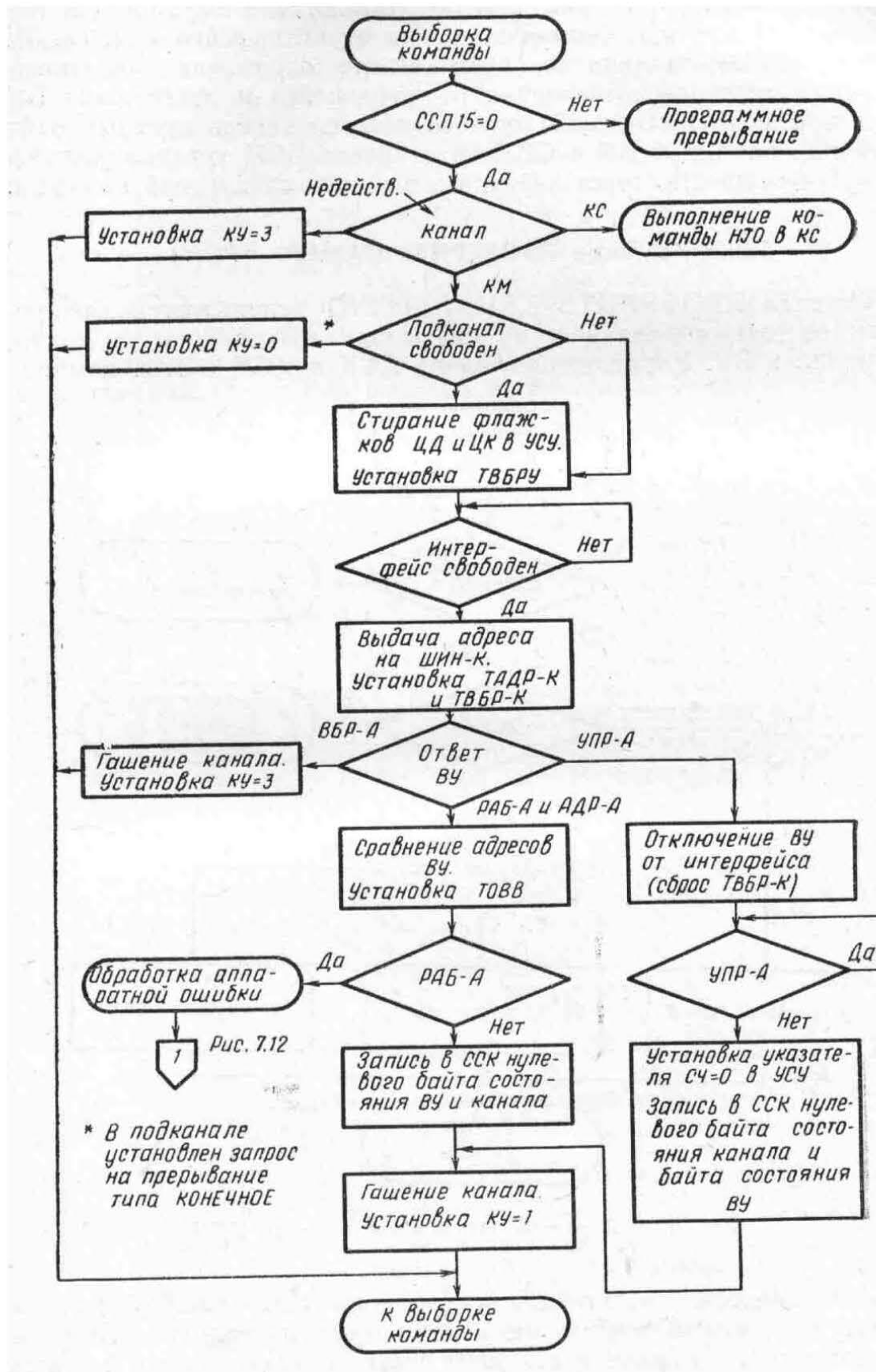


Рис. 5.13. Алгоритм выполнения команды НЮ.

5.3.6. Команда ПРОВЕРИТЬ КАНАЛ (ТСН)

Команда ПРОВЕРИТЬ КАНАЛ (ТСН) используется для проверки состояния канала и

не оказывает воздействия на канал, подканал и ВУ. Управляющие слова АСК и КСК в этой команде не используются. Выполнение микропрограммы (рис. 5.14) начинается с проверки адреса канала на действительность. При недействительном канале в текущем ССП устанавливается переход к выборке следующей команды.

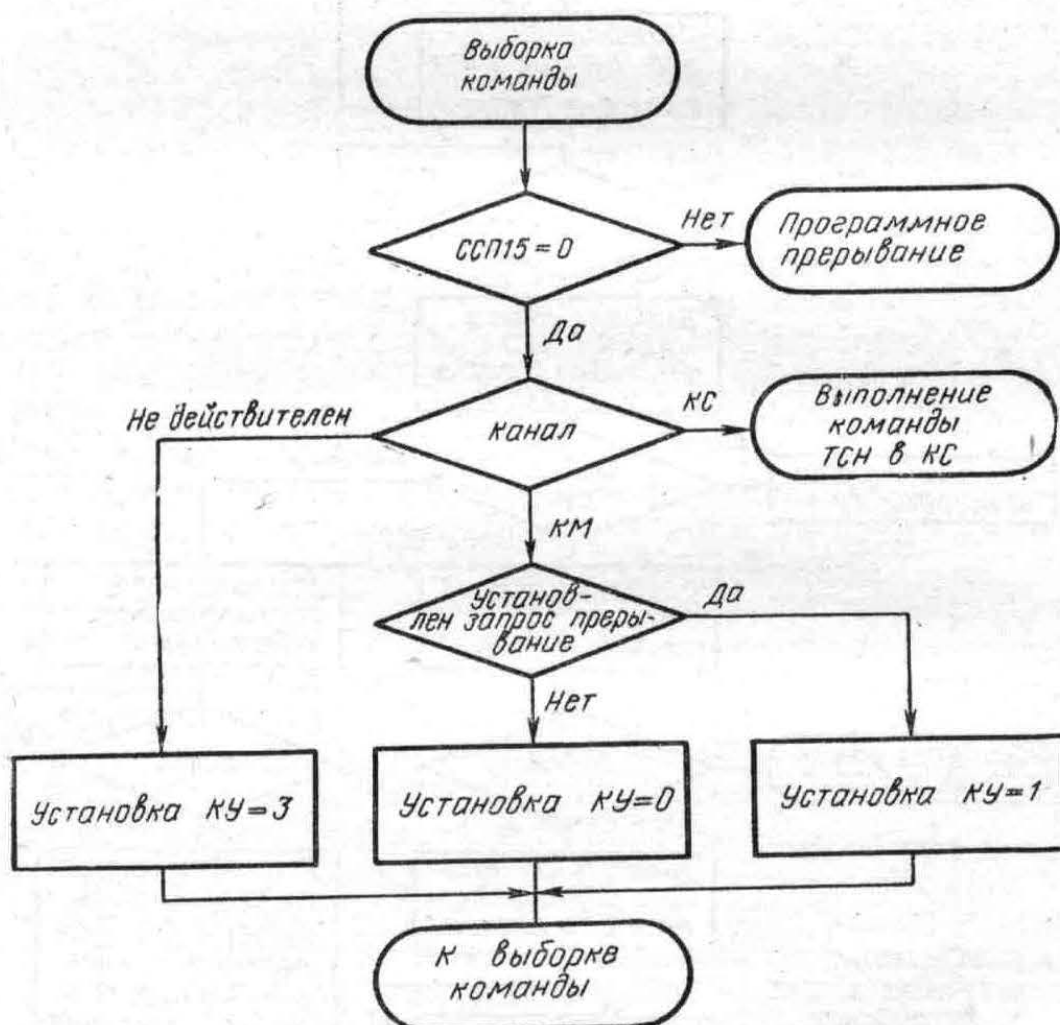


Рис. 5.14. Алгоритм выполнения команды ТСН

Если канал действителен, проверяется его тип путем анализа номера канала. Если канал мультиплексный, анализируется содержимое регистра ВР процессора на наличие запроса на прерывание от КМ. Если $ВР(5) = 1$, следовательно, установлен запрос на прерывание по ВВ для КМ. В этом случае устанавливается, $КУ = 1$ и осуществляется переход к выборке следующей команды. Если запрос на прерывание отсутствует, значит канал свободен – устанавливается $КУ = 0$.

5.3.7. Прерывание по вводу-выводу

Прерывание по вводу-выводу, если оно разрешено маской канала в текущем ССП ($ССП(0) = 1$), выполняется под управлением микропрограммы канала и процессора. Алгоритм выполнения прерывания в КМ показан на рис. 5.15. В мультиплексном канале может быть установлен запрос одного из четырех типов прерывания: КОНЕЧНОЕ, ПУП, УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО ОШИБКА КАНАЛА.

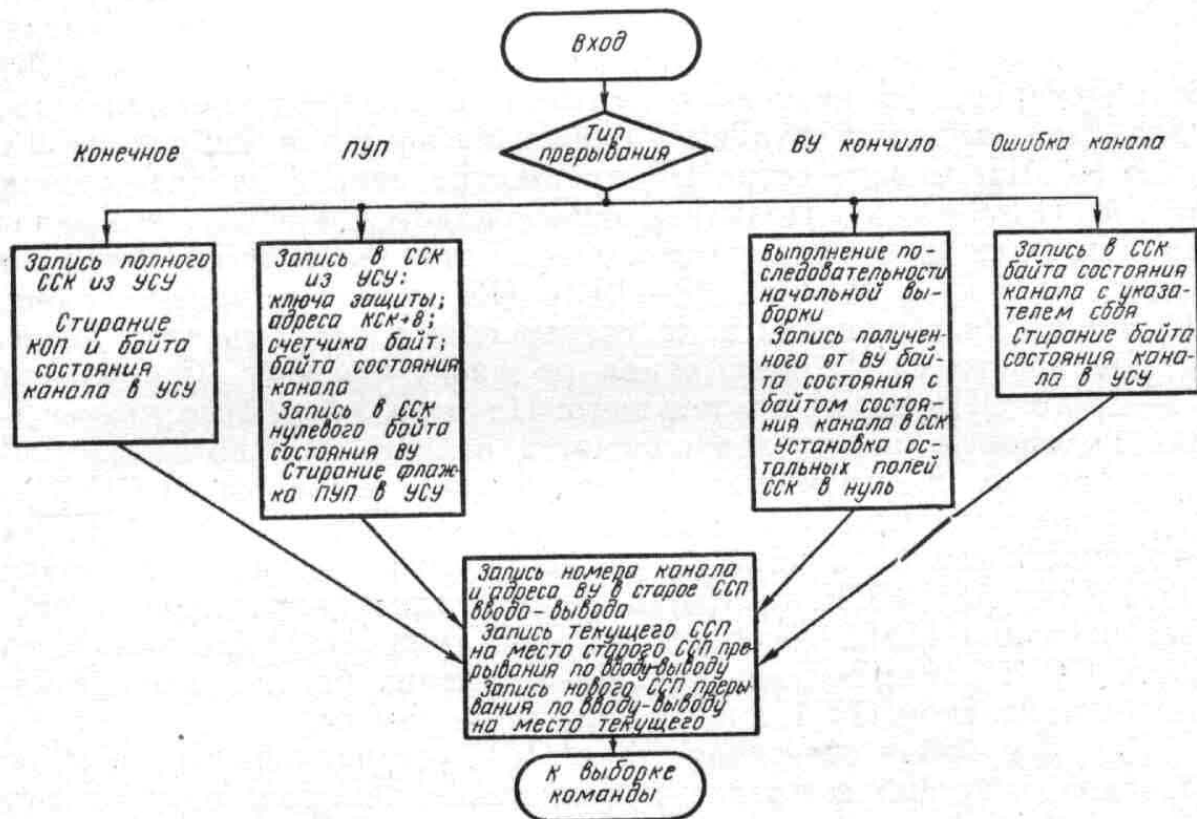


Рис. 5.15. Алгоритм выполнения прерывания по вводу-выводу

Тип прерывания указывается в буфере прерывания канала в ячейке 9А/16 ЛП (см. рис. 5.2). В ячейку 9В/16 ЛП записывается адрес ВУ, для которого установлен запрос в регистре ВР процессора.

При выполнении прерывания по вводу-выводу формируется ССК и изменяется ССП. Перед обработкой прерывания определяется его тип путем анализа содержимого буфера прерывания.

Рассмотрим выполнение в КМ каждого типа прерывания.

Прерывание типа КОНЕЧНОЕ. Когда после завершения передачи данных ВУ выдает байт состояния с указателем КК или КК+УК, канал устанавливает запрос на прерывание типа КОНЕЧНОЕ. Вся информация в этом случае для записи в ССК находится в подканале. При обработке прерывания типа КОНЕЧНОЕ формируется адрес подканала по адресу ВУ, находящемуся в буфере прерывания канала. Затем из подканала поочередно извлекаются байт состояния ВУ, байт состояния канала, счетчик байт, ключ защиты, адрес следующего КСК и записываются в соответствующие поля ССК.

Проверяется наличие признака ПУП в УСУО. Если признак ПУП установлен в УСУО, следовательно, прерывания по ПУП, заданному в текущем КСК, не произошло. В этом случае признак ПУП переносится в байт состояния канала при записи его в ССК. Затем стирается запрос на прерывание в буфере прерывания канала (записываются нулевые байты информации по адресу 9А и 9В/16 ЛП) и в регистре ВР процессора запрос на прерывание от КМ ($ВР(3) = 0$). Подканал освобождается. После этого запоминается текущее ССП на месте старого ССП прерывания по вводу-выводу

в ячейках 38–3F/16 ОП, номер канала и адрес ВУ заносятся в разряды кода прерывания и записывается содержимое нового ССП прерывания по вводу–выводу (из ячейки 78–7F/16 ОП) на место текущего. На этом обработка прерывания по вводу–выводу заканчивается и ССК становится доступным программе, выполняемой под управлением нового ССП.

Прерывание типа ПУП. Когда при обработке байта данных микропрограммой канала будет обнаружено наличие признака ПУП в текущем КСК, то в канале устанавливается запрос на прерывание типа ПУП. При прерывании типа ПУП записывается часть ССК: адрес текущего К.СК+8, счетчик байт, состояние канала с признаком ПУП, ключ защиты программы.

Разряды байта состояния ВУ в ССК устанавливаются в нуль. Никаких действий в канале и подканале не производится. Все остальные действия микропрограммы аналогичны выполняемым при обработке прерывания типа КОНЕЧНОЕ.

Прерывание типа УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО. Когда ОВВ под управлением одного КСК заканчивается на ВУ и оно выдает в канал байт состояния с указателем УК, канал устанавливает запрос на прерывание типа УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО. При обработке прерывания этого типа микропрограмма выполняет следующие действия:

из адресуемого ВУ после выполнения начальной выборки с выдачей команды ПРОВЕРИТЬ ВВОД–ВЫВОД принимается байт состояния ВУ и запоминается в ССК;

из адресуемого подканала в ССК переписывается байт состояния канала;

остальные поля в ССК устанавливаются в нулевое состояние.

Прерывание типа ОШИБКА КАНАЛА. Запрос на прерывание данного типа устанавливается при необходимости немедленного уведомления программы о случившемся сбое в канале, если в процессе выполнения операции ввода–вывода возник аппаратный сбой и канал не может установить запрос на прерывание типа КОНЕЧНОЕ. Такая ситуация возникает, если после обнаружения каналом сбоя КДК при выполнении цикла обмена данными ВУ отключилось от интерфейса (РАВ-А=0) и канал не мог выполнить последовательность сигналов останова ВУ. В этом случае устанавливается запрос на прерывание типа ОШИБКА КАНАЛА, а ВУ останавливается по следующему запросу на передачу данных.

При обработке прерывания типа ОШИБКА КАНАЛА записывается байт состояния канала с указателем ошибки, вызвавшей данное требование, все остальные поля ССК устанавливаются в нулевое состояние. После записи в ССК байта состояния канала область байта состояния канала в УСУ4 стирается. Необходимо отметить, что перед установкой запроса на данный тип прерывания состояние канала и интерфейса записывается в диагностическую область канала.

5.3.8. Первоначальная загрузка программы

Первоначальная загрузка программы (ПЗП) осуществляется при недействительном текущем ССП (после отключения и включения питания или после сбоя машины, когда выполнение текущей программы не может быть продолжено).

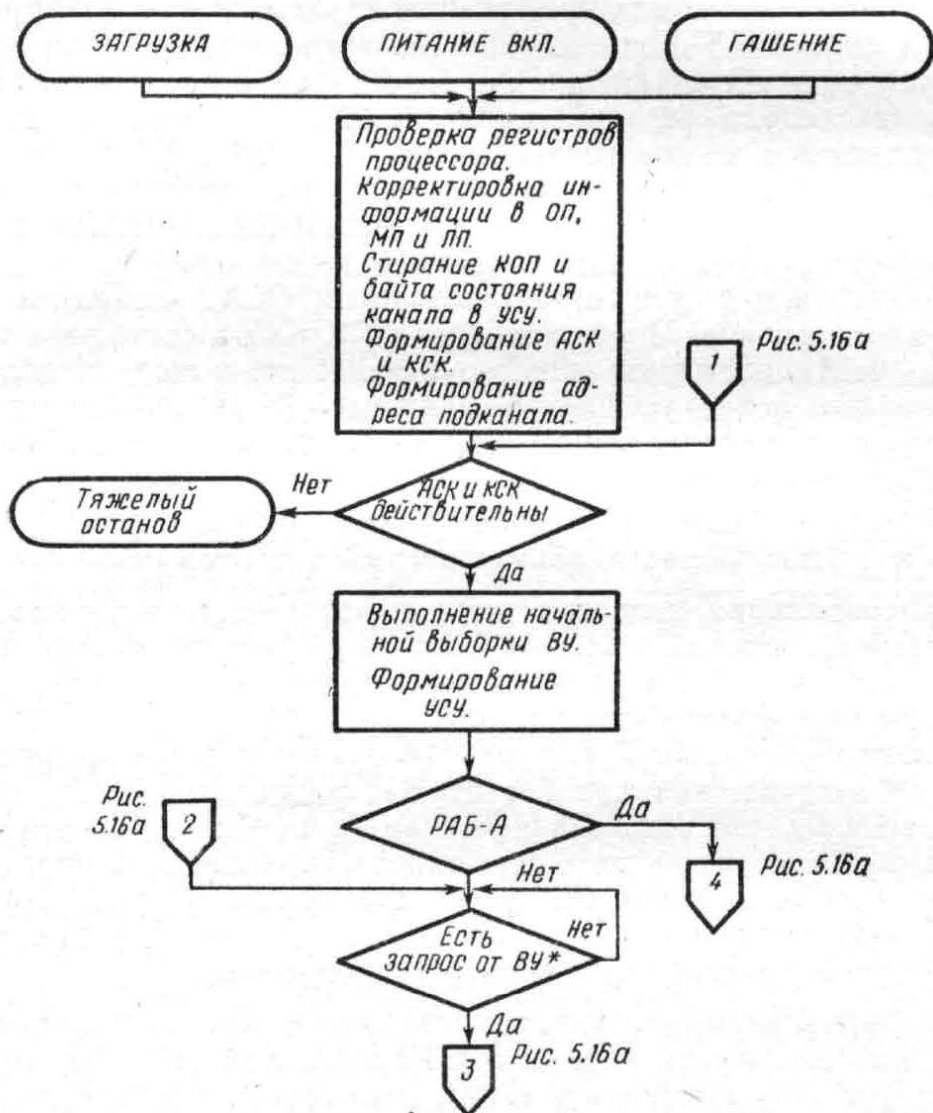
При первоначальной загрузке программы предусматриваются сброс процессора,

каналов и всех ВУ, подключенных к каналу;

ввод с внешнего носителя информации (с дисков, с магнитной ленты или с устройства ввода с перфокарт) управляющей программы;

передача управления новому введенному ССП. На рис. 5.16 показан алгоритм выполнения ПЗП в мультиплексном канале, выполняемый микропрограммами канала и процессора.

Первоначальная загрузка программы в КМ начинает выполняться после нажатия кнопки ЗАГРУЗКА, при этом формируется сигнал АГК, по которому устанавливаются в исходное состояние все управляющие триггеры и регистры процессора, канала и ВУ в канале. Все работающие в канале ВУ останавливаются. Микропрограмма проверяет работоспособность процессора, для чего во все регистры процессора засылаются поочередно коды нулей и единиц и проверяется правильность их установки. Затем микропрограмма корректирует контрольные разряды во всех байтах основной, локальной и мультиплексной памяти. Освобождаются все подканалы КМ (во всех УСУ, расположенных в мультиплексной памяти канала, стирается область кода операции и байта состояния канала). После этого микропрограмма для введения управляющей программы в оперативную память формирует все исходные данные для выполнения команды SIO, т. е. Подготавливает АСК, первое КСК и адрес ВУ, с которого будет вводиться информация. Для этой цели микропрограмма считывает номер канала и адрес ВУ, набранный на переключателях пульта управления, в регистры Р и И процессора.



* Цикл ожидания запроса от ВУ на передачу данных или байт состояния по ТРБ-А

Рис. 5.16. Алгоритм первоначальной загрузки программы (проверка ОП, МП, ЛП и начальная выборка ВУ)

В ячейку 48/16 оперативной памяти записывается АСК первоначальной загрузки программы, содержащее нулевой ключ защиты программы и нулевой адрес первого КСК-загрузки. Начиная с адреса 00.0000.00/16 оперативной памяти, формируется КСК первоначальной загрузки программы, содержащее: код операции- СЧИТАТЬ (02/16); адрес данных - 00.00.00.00/16; счетчик байт - 24/16 и признаки-ЦК и ПИД.

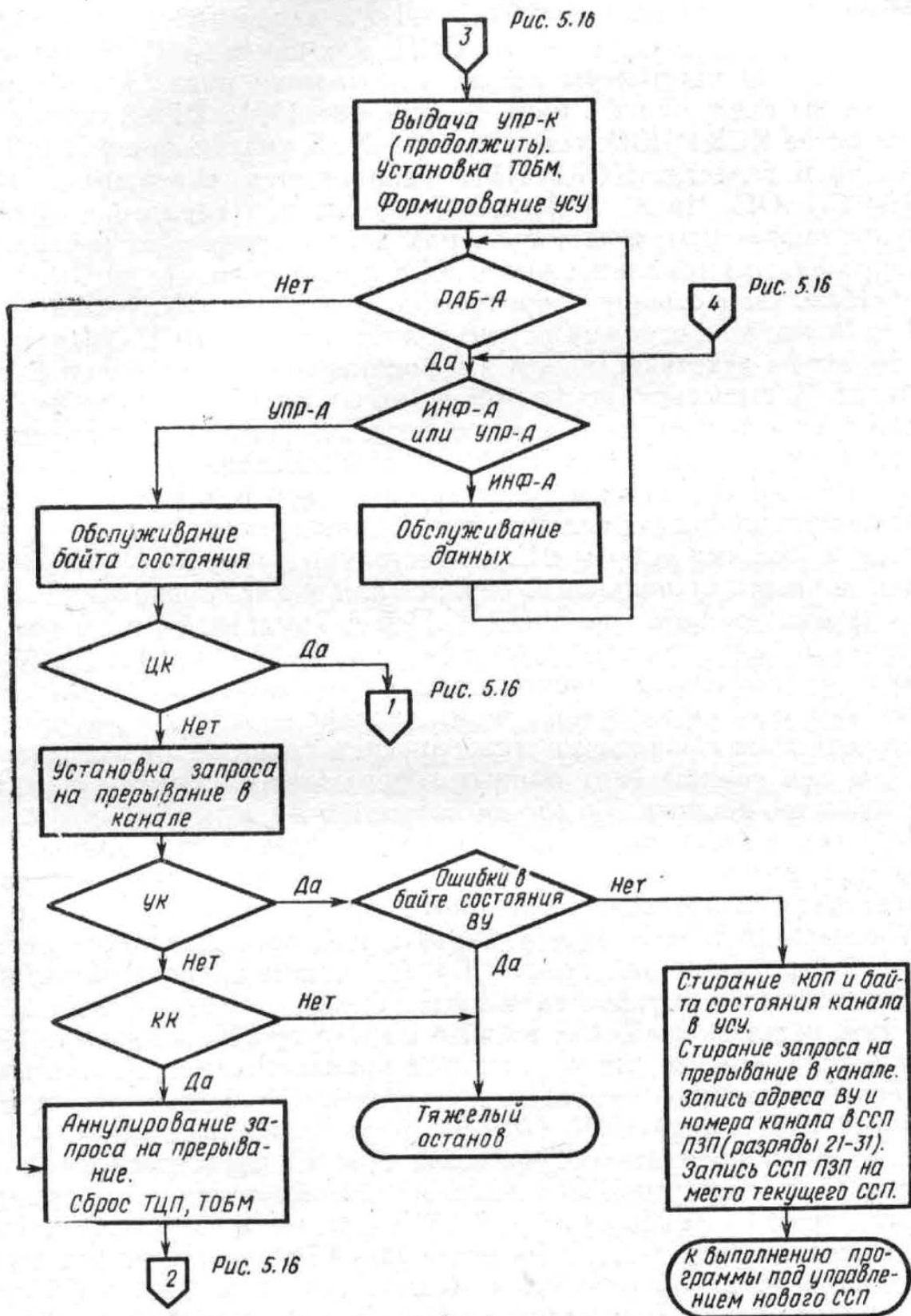


Рис. 5.16а. Алгоритм первоначальной загрузки программы (обслуживание данных при ПЗП и байт состояния. Окончание ПЗП)

Под управлением КСК первоначальной загрузки программы с адресуемого ВУ вводится 24 байта управляющей информации в оперативную память, начиная с адреса 00.00.00.00/16 (см. постоянно распределенную область ОП, приложение 2).

Содержимое первых 8 байт (ячейки 00–07/16 ОП) в дальнейшем (после завершения ПЗП) используется как ССП. Так как в КСК первоначальной загрузки программы всегда указывается признак ЦК, то содержимое следующих 8 байт (ячейки 08–15/16 ОП) используется в качестве КСК1 ПЗП, если и в этом КСК указан признак ЦД или ЦК, то в качестве КСК2 ПЗП используется содержимое ячеек 16–23/16 ОП. Число КСК, используемое при первоначальной загрузке программы, может быть различно и зависит от программы-загрузчика: минимальное число КСК равно двум.

После завершения формирования АСК и КСК для ввода 24 байт микропрограмма осуществляет выборку АСК, КСК и проверку их на действительность (возникновение программной ошибки при ПЗП вызывает «тяжелый» останов). Затем по адресу ВУ, находящемуся в регистрах Р и И процессора, формируется адрес подканала (УСУ) и выполняется обычная последовательность начальной выборки ВУ. Если в процессе начальной выборки не было обнаружено ошибок управления каналом или интерфейса, то в зависимости от режима работы ВУ осуществляется переход к циклу передачи данных (монополюсный режим) или к циклу ожидания запросов на обслуживание по сигналу ТРБ-А (мультиплексный режим). Данные и байты состояния ВУ принимаются и обрабатываются каналом аналогично описанному выше. При этом необходимо отметить, что при выполнении первоначальной загрузки программы в мультиплексном режиме микропрограмма после приема каждого байта или группы байт данных возвращается к циклу ожидания следующего запроса ВУ (по сигналу ТРБ-А).

После выполнения последнего зацепления по данным или команде, когда в канал принят байт состояния ВУ, микропрограмма определяет успешность окончания загрузки. Если байт состояния ВУ содержит только один указатель КК, осуществляется переход к циклу ожидания запросов от ВУ (ожидание запроса на передачу байта состояния с указателем УК).

Возникновение ошибок в байте состояния ВУ так же, как появление программных ошибок, ошибок управления каналом или интерфейса при зацеплениях, вызывает «тяжелый» останов. Если полученный байт состояния ВУ содержит указатели КК+УК или одно УК и нет ошибок, микропрограмма освобождает адресуемый подканал, буфер прерывания канала и снимает запрос на прерывание в регистре БР процессора.

Перед загрузкой ССП из ячеек 00–07/16 ОП в регистры процессора и локальную память в область кода прерывания ССП первоначальной загрузки программы (ячейки 02–03/16 ОП) заносятся номер канала и адрес ВУ, с которого происходила загрузка. Адрес ВУ может быть затем использован программой-загрузчиком или управляющей программой. После загрузки ССП в регистры процессора и локальную память при выполнении первоначальной загрузки программы дальнейшее выполнение программы осуществляется под управлением этого ССП.

Глава 6 СЕЛЕКТОРНЫЙ КАНАЛ

6.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Селекторный канал работает с использованием микропрограммного и аппаратного управлений. Выполнение команд управления каналами, зацепление по данным и по команде, завершение операции ввода–вывода и обработка ошибок осуществляется микропрограммно с применением части оборудования процессора. Данные передаются между оперативной памятью и ВУ аппаратно под действием управляющей информации, хранимой на регистрах канала в течение выполнения операции ввода–вывода. Селекторный канал всегда работает только в монопольном режиме передачи данных, который задается каналом независимо от типов внешних устройств, подключенных к каналу.

6.2. СОСТАВ КАНАЛА

Для выполнения операции ввода–вывода в канале имеются аппаратные и микропрограммные средства. Аппаратные средства канала (рис. 6.1) включают:

- буфер данных (РФ0–РФ4);
- регистр управления абонента Р4;
- регистр адреса данных РЯ (Р7, Р8, Р9);
- регистр счетчика байт РС4 (Р5, Р6);
- регистр ключей защиты Р9;
- регистр признаков РА;
- регистр команд;
- регистр управления канала РГ;
- регистр границ РД;
- регистр состояния канала РВ;
- регистр управления передачей данных;
- блок формирования аппаратной и микропрограммной приостановок;
- регистр ошибок РЕ и РЕ.

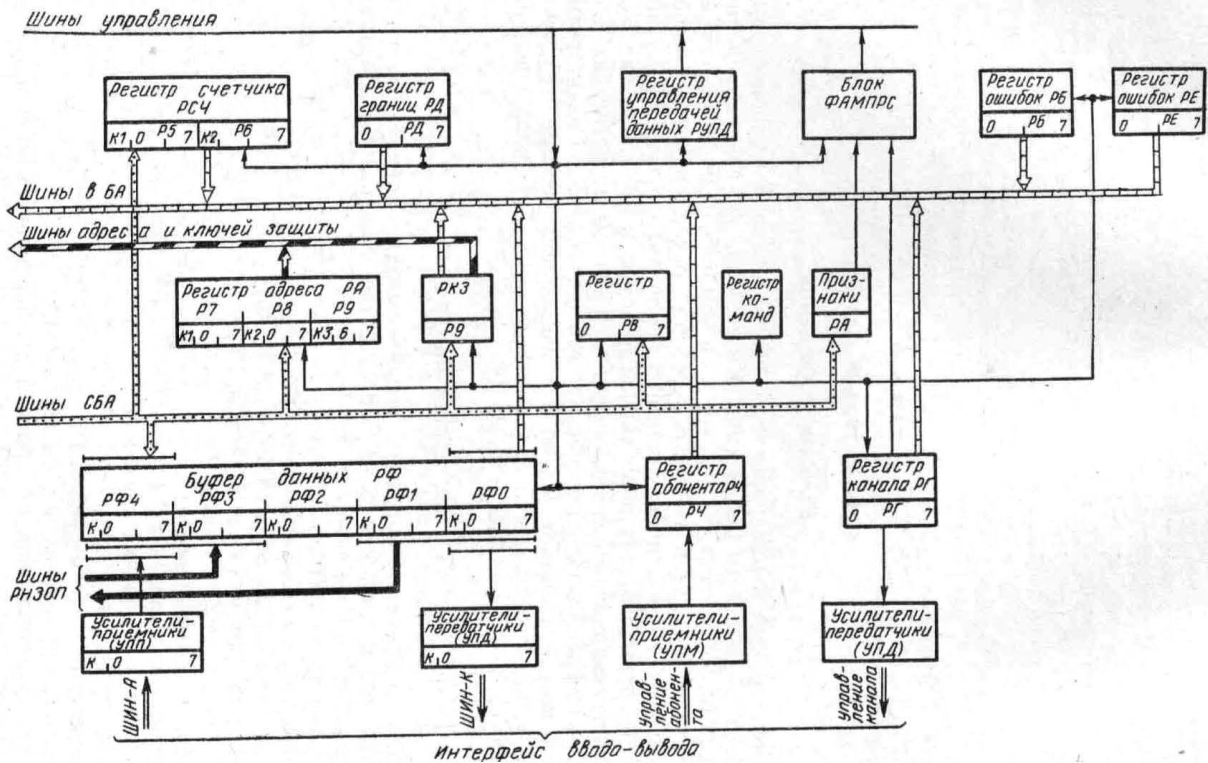


Рис. 6.1. Структурная схема селекторного канала: РКЗ – регистр ключей защиты; ФАМПРС – блок формирования аппаратной и микропрограммной остановки.

Микропрограммные средства канала состоят из микропрограммы канала, хранящейся в постоянной памяти процессора и предназначенной для выполнения команд SIO, TIO, NIO, TCH, зацепления по данным, по команде, передачи байт состояния ВУ, обработки прерываний по вводу-выводу, обработки ошибок, выполнения первоначальной загрузки программы.

6.2.1. БУФЕР ДАННЫХ

Буфер данных селекторного канала (рис. 6.2) обеспечивает буферизацию пяти байт данных между оперативной памятью и линиями интерфейса и служит местной памятью канала во время передачи данных. Он состоит из пяти однобайтовых регистров РФ0–РФ4, которые управляются системой импульсов стробирования и сброса, вырабатываемых схемой управления (рис. 6.3) буфера, входящей в состав буфера данных. Байты данных в буфере автоматически сдвигаются от РФ4 к РФ0 независимо от выполняемой операции, т. е. буфер всегда загружается через РФ4 или РФ4 и РФ3 и очищается через РФ0 или через РФ0 и РФ1.

Буферный регистр РФ4 загружается через ВА при начальной выборке ВУ, из ВУ – при операции считывания и из оперативной памяти при операции записи, а буферный регистр РФ3 – только из оперативной памяти при операции записи, при занесении в буфер двух байт данных. Информация на шины интерфейса выдается из буферного регистра РФ0, а в оперативную память – из буферных регистров РФ0 и РФ1 (рис. 6.4). Данные через интерфейс передаются по одному байту, поэтому они либо принимаются, в РФ4, либо выдаются из РФ0 при выполнении операций записи или

считывания соответственно.

Буфер данных сконструирован так, что за время одного машинного такта (1 мкс) каждый байт в буфере может быть сдвинут на возможное число регистров, т. е. до ближайшего по направлению сдвига заполненного регистра буфера. Это значит, что байт может передвигаться по всей длине пустого буфера в одном машинном такте так, что во время операции записи в конце машинного такта выдаваемый на интерфейс байт всегда находится в РФО.

Схема управления буфером выполнена на триггерах, управляемых логическими схемами. В схеме имеются пять основных триггеров хранения (ТХРАН РФ4–ТХРАН РФО), управляющих занесением информации в регистры буфера, и семь вспомогательных триггеров (ТПРФ4 – ТПРФО, РФЗ:=РФ4 и РФ2:=РФЗ), управляющих работой основных триггеров, фиксирующих состояние регистров в буфере (полный – пустой) и управляющих продвижением информации вдоль буфера.

6.2.2. Регистр управления абонента

Восьмиразрядный регистр управления абонента Р4 предназначен для запоминания входных сигналов управления (РАБ-А, ВБР-А и ТРБ-А) и идентификации (АДР-А, УПР-А и ИНФ-А)

абонента, формирования управляющего признака свободного интерфейса ПСИФ и сигнала выборки устройства ВВРУ (рис. 6.5). Триггеры управления и идентификации абонента устанавливаются аппаратно по соответствующим сигналам абонента на линиях интерфейса. Триггер ТВБР-А устанавливается также во время гашения системы для сброса триггера ТВБР-К. Заметим, что триггер ТИНФ-А сбрасывается по триггеру ТИНФ-К для блокировки повторного занесения байта данных с ШИН-А в буферный регистр 1 РФ4 в операции СЧИТАТЬ.

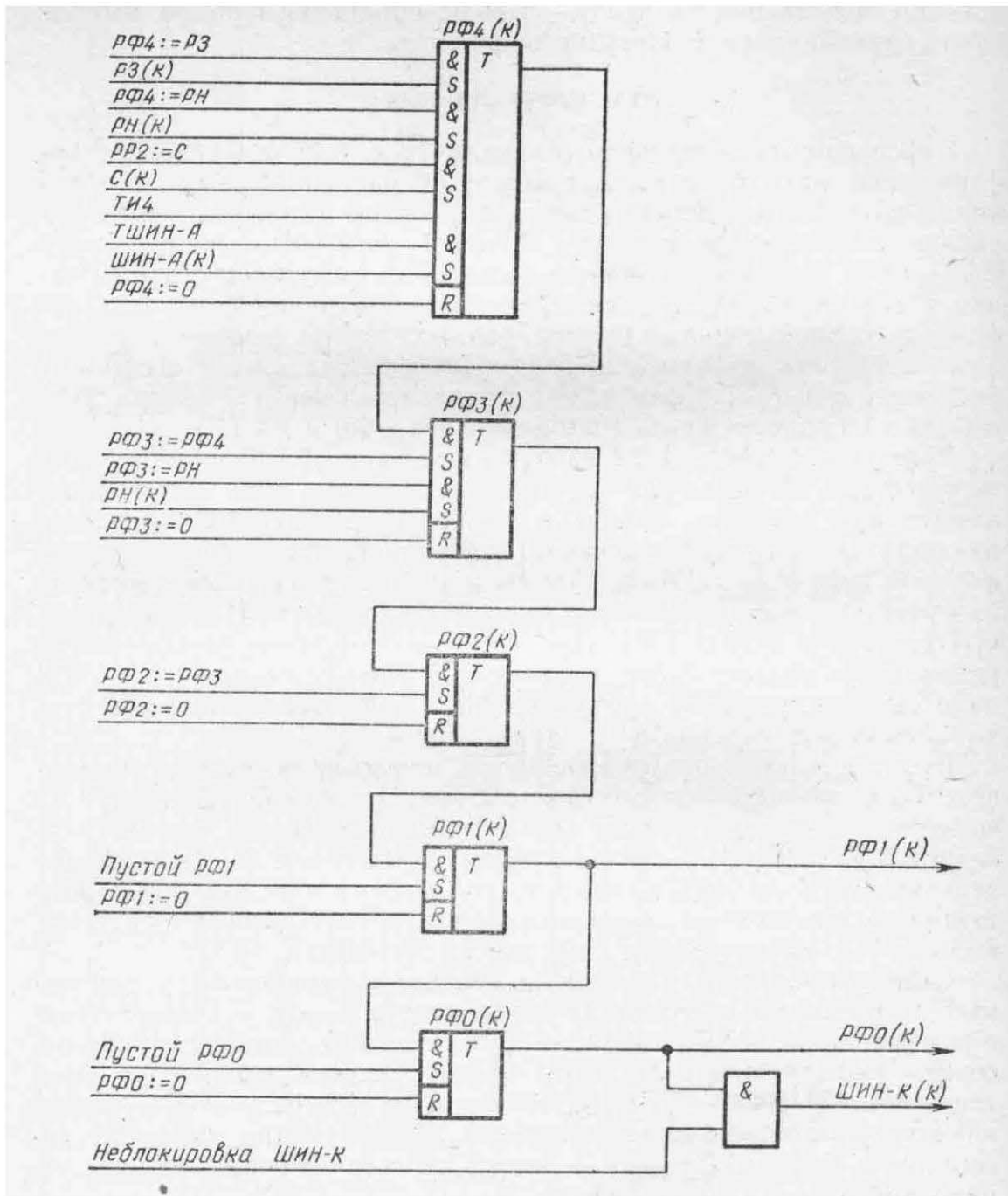


Рис. 6.2. Буфер данных селекторного канала (один разряд)

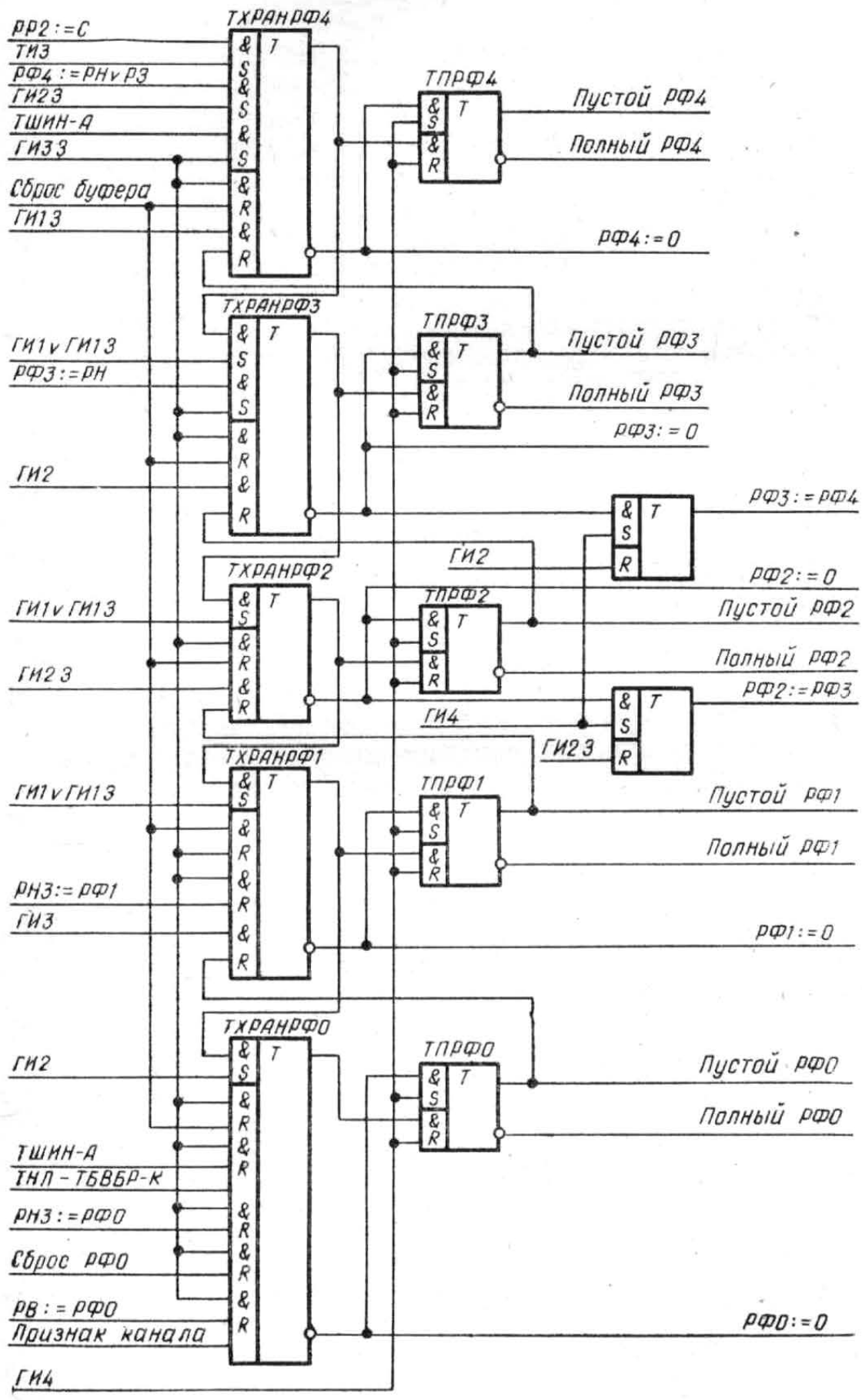


Рис. 6.3. Схема управления буфером данных

Триггер ТВВРУ устанавливается, когда канал требует доступа к управлению интерфейсом, перед начальной выборкой устройства при выполнении команд управления каналами или при зацеплении по команде. Этот триггер блокирует прием сигнала ТРБ-А от УВУ, запрещая выдачу сигнала ВБР-К, и предоставляет возможность использования интерфейса для начальной выборки ВУ.

После установки триггера ТВВРУ канал ждет сигнал о том, что интерфейс свободен. Признак свободного интерфейса ПСИФ возникает при отсутствии сигналов ВБР-А, ВБР-К и РАВ-А. При определении незанятости интерфейса канал выдает сигнал АДР-К, что приводит к сбросу триггера ТВВРУ и установке триггера ТВБР-К. Если УВУ в процессе начальной выборки не найдено, то сигнал ВБР-К возвращается в качестве сигнала ВБР-А. При этом условии в канале устанавливается триггер ненайденного устройства ТНУ, по которому вырабатывается признак ПСИФ. В этом случае признак ПСИФ передает сигнал ТНУ на выход регистра Р4 для последующего микропрограммного анализа.

По входу регистр Р4 связан с линиями интерфейса, а по выходу – со входом В арифметического блока.

6.2.3. Регистр адреса данных

Регистр адреса данных РЯ предназначен для хранения и модификации адреса данных, передаваемого в канал из КСК через арифметический блок при выполнении команды SIO или при зацеплении. Этот регистр (рис. 6.6) включает 18 информационных разрядов и 19-й дополнительный разряд, единичное состояние которого в процессе передачи данных является признаком превышения объема оперативной памяти. Регистр РЯ разделен на два восьмиразрядных регистра Р7 и Р8 и трехразрядный регистр расширения адреса Р9, каждый из них имеет контрольный разряд.

Содержимое регистра РЯ может модифицироваться на +1 и +2 во время выполнения аппаратной приостановки селекторного канала, причем модификация на +1 или +2 осуществляется при операциях считывания и записи, если передаются соответственно 1 или 2 байта данных: модификация на -1 или -2 – при выполнении операции считывания в обратном направлении при тех же условиях передачи данных. Контрольные разряды регистра адреса при модификации корректируются по счетному входу специальной схемой коррекции* (*А. С. № 362304. Бюллетень изобретений и товарных знаков № 26, 1973). При этом признак коррекции для каждого контрольного разряда РЯ возникает в следующих случаях:

если при модификации на +1 четные разряды соответствующего байта РЯ переходят из нулевого состояния в единичное;

если при модификации на -1 четные разряды соответствующего байта РЯ переходят из единичного состояния в нулевое;

если при модификации на +2 нечетные разряды младшего байта регистра адреса данных (регистра Р7) переходят из нулевого состояния в единичное, так как содержимое регистра Р8 и Р9 всегда модифицируется только на +1;

если при модификации на -2 нечетные разряды младшего байта регистра РЯ (регистра Р7) переходят из единичного состояния в нулевое.

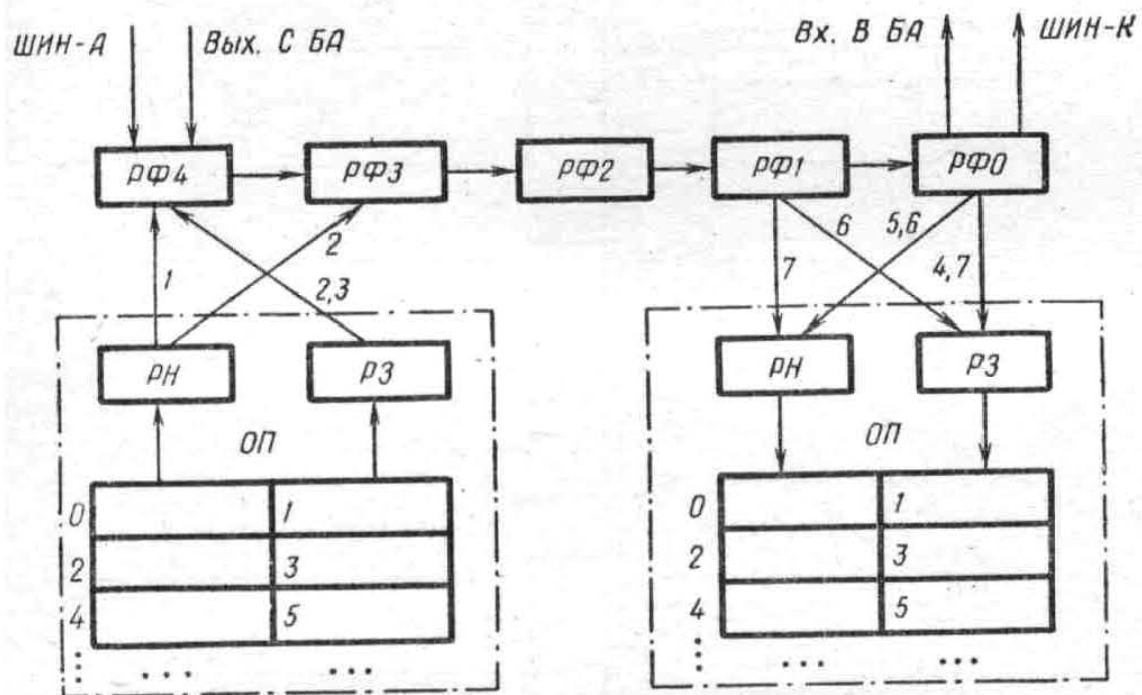


Рис. 6.4. Передача информации через буфер данных селекторного канала:

- 1 - передача 1 байта при четном адресе данных при операции ЗАПИСАТЬ;
- 2 - передача 2 байт из ОП при операции ЗАПИСАТЬ;
- 3 - передача 1 байта при нечетном адресе данных при операции ЗАПИСАТЬ;
- 4 - передача 1 байта при нечетном адресе данных при операции СЧИТАТЬ;
- 5 - передача 1 байта при четном адресе данных при операции СЧИТАТЬ;
- 6 - передача 2 байт при операции СЧИТАТЬ;
- 7-передача 2 байт при операции СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ.

ШИН-А в РФ4-поступают байты адреса, состояния, данных; Вых. С БА в РФ4 - поступают байты адреса, команды; ШИН-К - из РФ0 - выдаются байты адреса, команды, данных; Вх. В БА-из РФ0-выдаются байты адреса, состояния

6.2.4. Регистр счетчика байт

Регистр счетчика байт РСЧ (рис. 6.7) предназначен для хранения и модификации числа байт данных, передаваемых при выполнении операций ввода - вывода и состоит из двух регистров Р5 и Р6, каждый из которых имеет свой контрольный разряд. Регистр Р5 включает восемь младших разрядов счетчика байт (РСЧ (0-7)), регистр Р6-восемь старших разрядов (РСЧ (8-15)).

Начальное значение числа байт заносится в регистр счетчика байт из КСК микропрограммно через арифметический блок при выполнении команды SIO или при зацеплении. Заметим, что в регистр Р6 записывается каталожный номер программной ошибки, возникшей при зацеплении.

Содержимое регистра счетчика байт при выполнении аппаратной приостановки

может модифицироваться на -1 или -2 в зависимости от числа передаваемых байт между оперативной памятью и каналом.

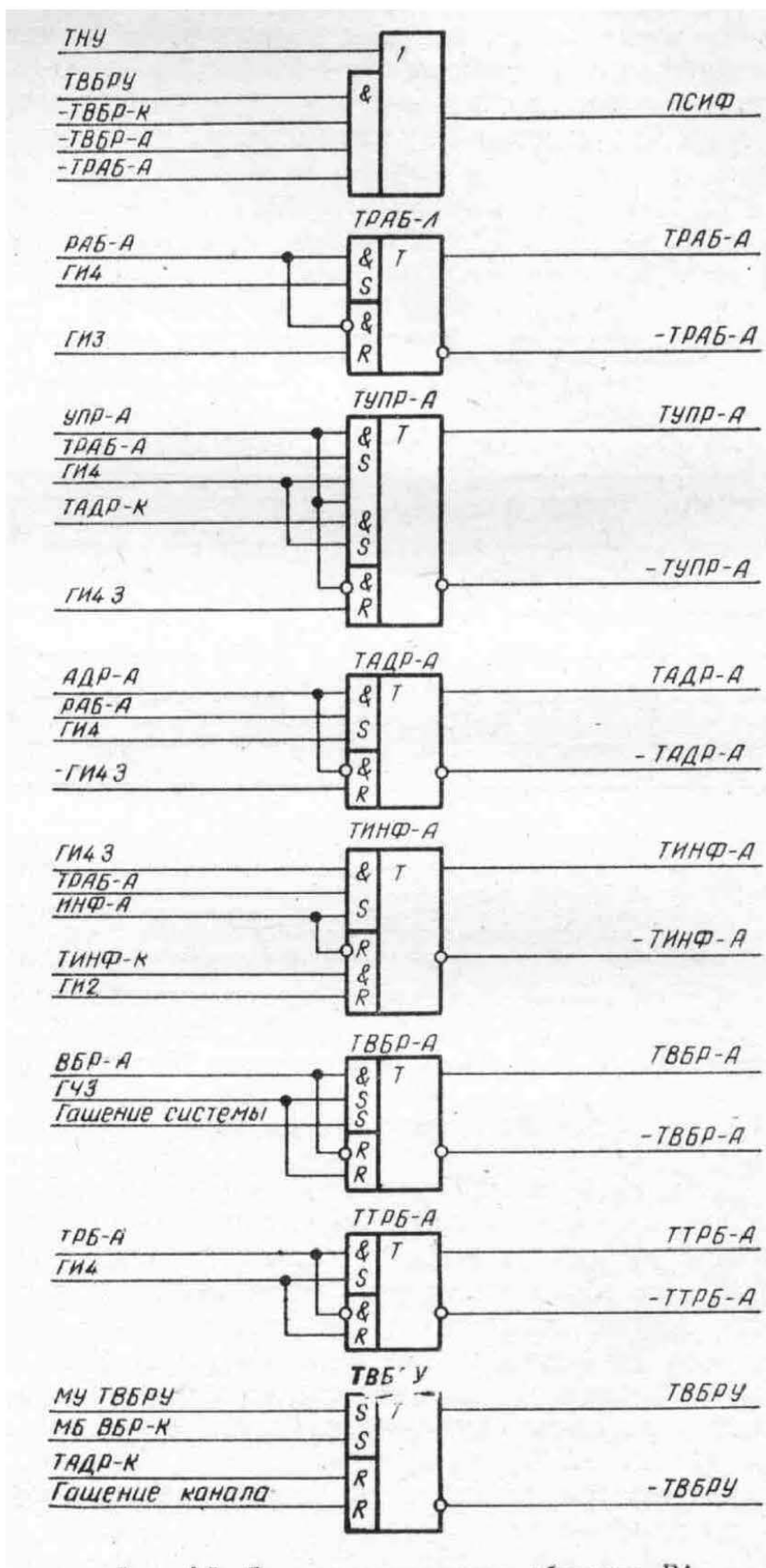


Рис. 6.5. Регистр управления абонента Р4

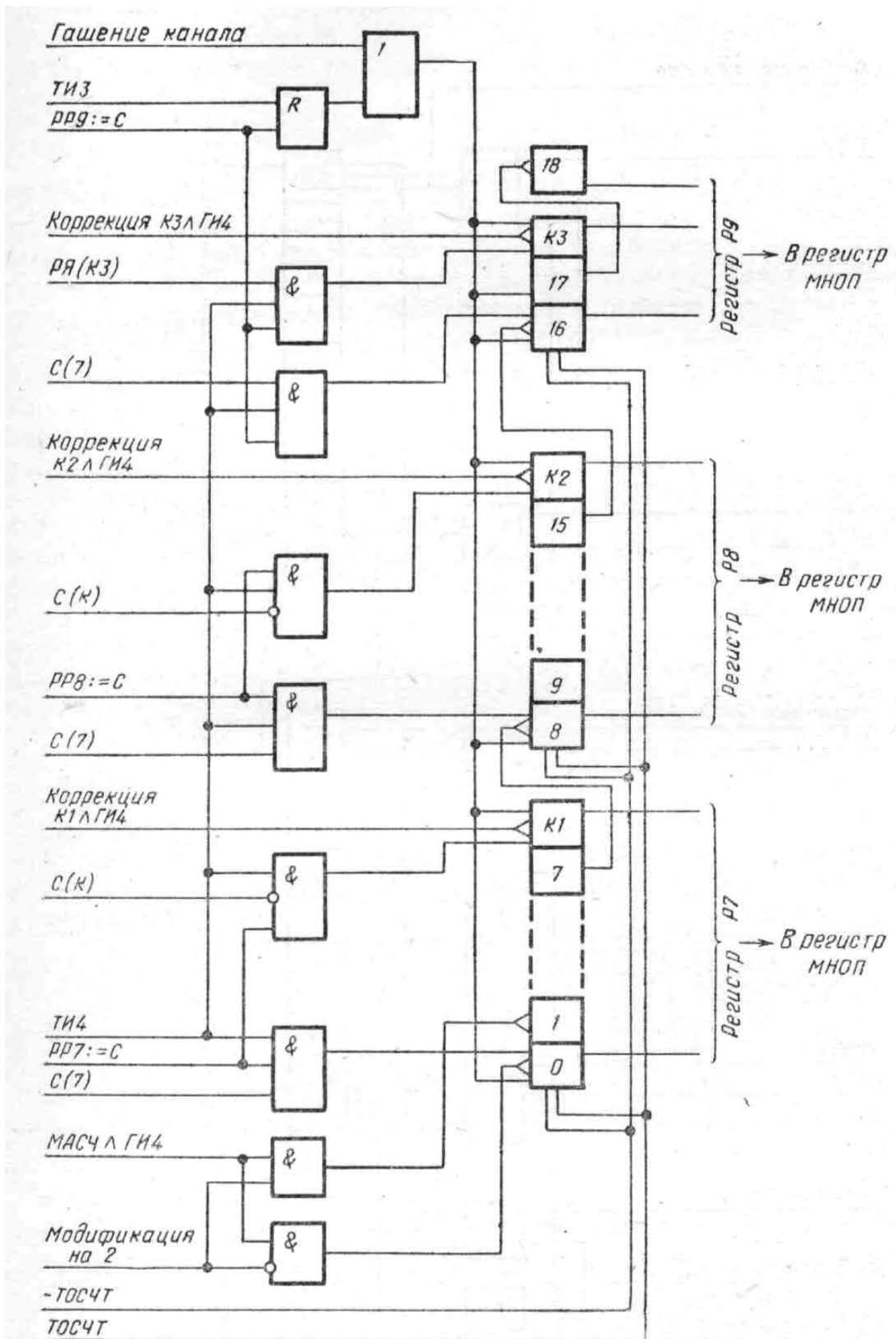


Рис. 6.6. Регистр адреса данных РЯ

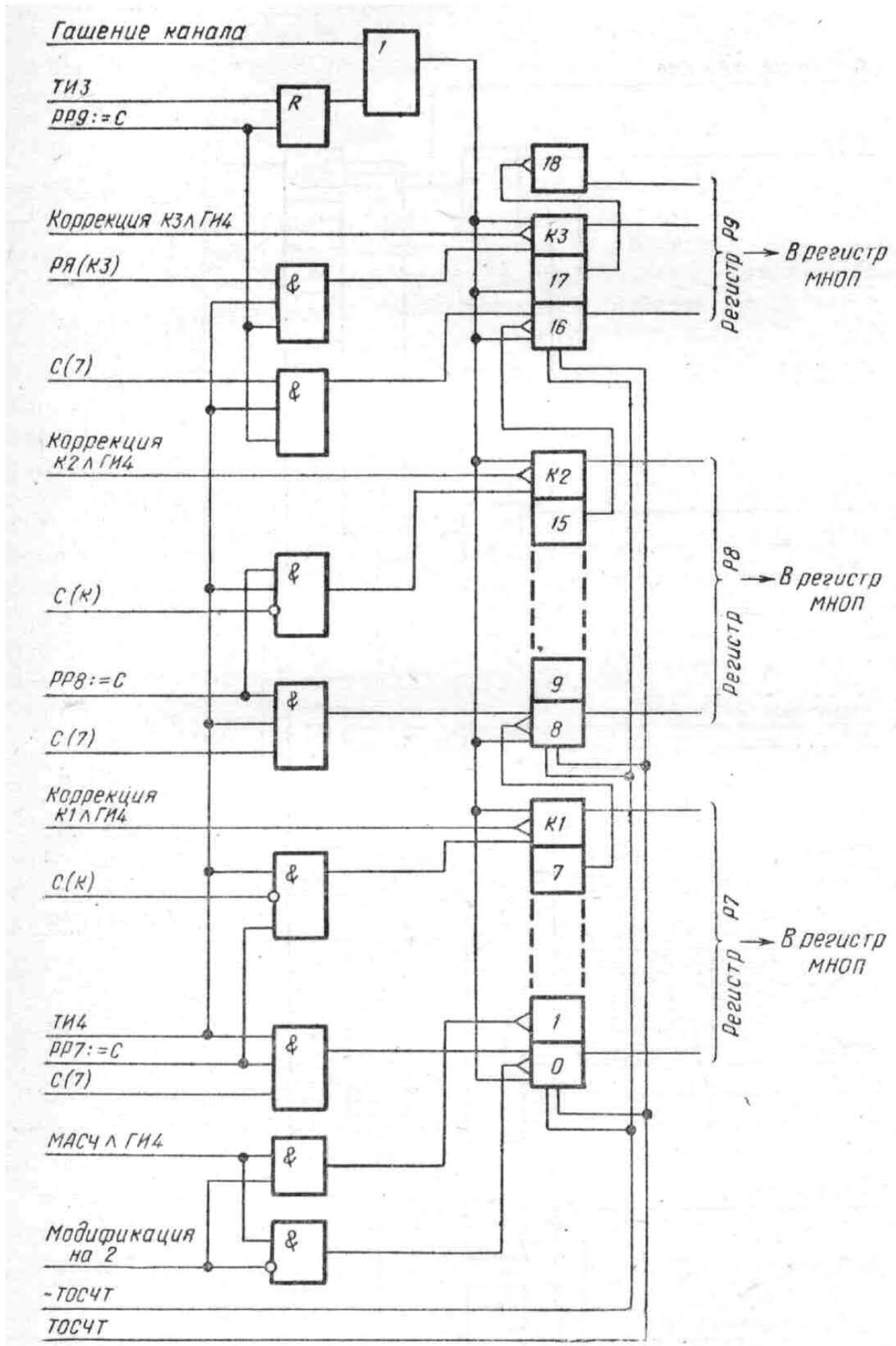


Рис. 6.7. Регистр счетчика байт РСЧ

Контрольные разряды регистра счетчика байт при модификации его содержимого корректируются схемой коррекции. Условия коррекции при модификации на -1 и -2

аналогичны условиям регистра адреса данных.

6.2.5. Регистр ключей защиты

Регистр ключей защиты (РКЗ) предназначен для приема и хранения ключа защиты памяти, указанного в АСК для текущей программы канала. Использование ключа защиты при обращении к оперативной памяти зависит от режима защиты, указанного программой и записанного в память ключей защиты.

Информация в регистр ключей защиты (рис. 6.8) передается из АСК через арифметический блок при выполнении команды SIO. При нулевом ключе, установленном в регистре ключей защиты канала, сбой по защите, вызванный несовпадением ключей при обращении к оперативной памяти, блокируется.

В цикле аппаратной приостановки содержимое регистра ключей защиты через блок управления каналами передается в блок защиты памяти, где этот ключ сравнивается с ключом памяти по сигналу СРАВНЕНИЕ КЛЮЧЕЙ. При несовпадении содержимого регистра ключей защиты канала с ключом памяти формируется сигнал сбоя, по которому в регистре состояния канала устанавливается триггер контроля защиты ТКЗ, и выполнение операции ввода-вывода прекращается.

6.2.6. Регистр признаков

Регистр признаков РА (рис. 6. 9), предназначенный для запоминания признаков, указанных в КСК и влияющих на ход выполнения операции ввода-вывода, содержит четыре программно-управляемых триггера:

- триггер признака цепочки данных ТПЦД;
- триггер признака цепочки команд ТПЦК;
- триггер признака подавления индикации неверной длины ТППИД;
- триггер признака блокировки записи ТПВЗП.

Информация в регистр признаков заносится микропрограммно через арифметический блок во время загрузки КСК в регистры канала.

6.2.7 Регистр команд

Регистр команд (рис. 6. 10) служит для запоминания признаков команд, выполняемых в канале, на время передачи данных для заданной операции ввода-вывода. Этот регистр состоит из триггера записи ТЗП и триггера обратного считывания ТОСЧТ. Триггеры регистра команд устанавливаются во время передачи

байта команды в УВУ при выполнении последовательности сигналов начальной выборки ВУ, когда байт команды находится в регистре РФО и установлен триггер ТУПР-К.

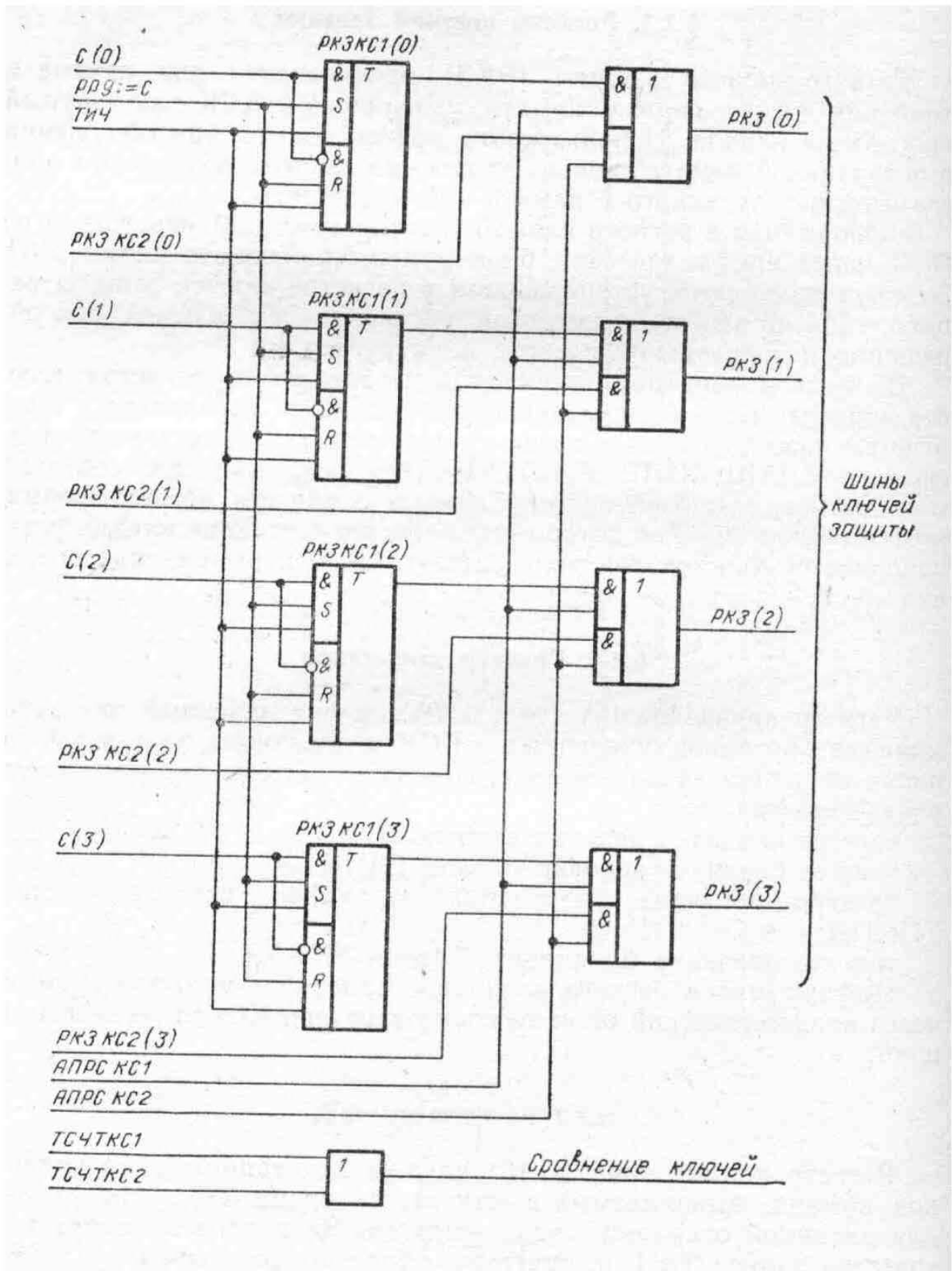


Рис. 6.8. Регистр ключей защиты

Единичное состояние триггера ТЗП указывает на то, что будет выполняться операция ЗАПИСАТЬ, а нулевое—операция СЧИТАТЬ; единичное состояние триггера ТОСЧТ указывает на выполнение операции считывания в обратном направлении.

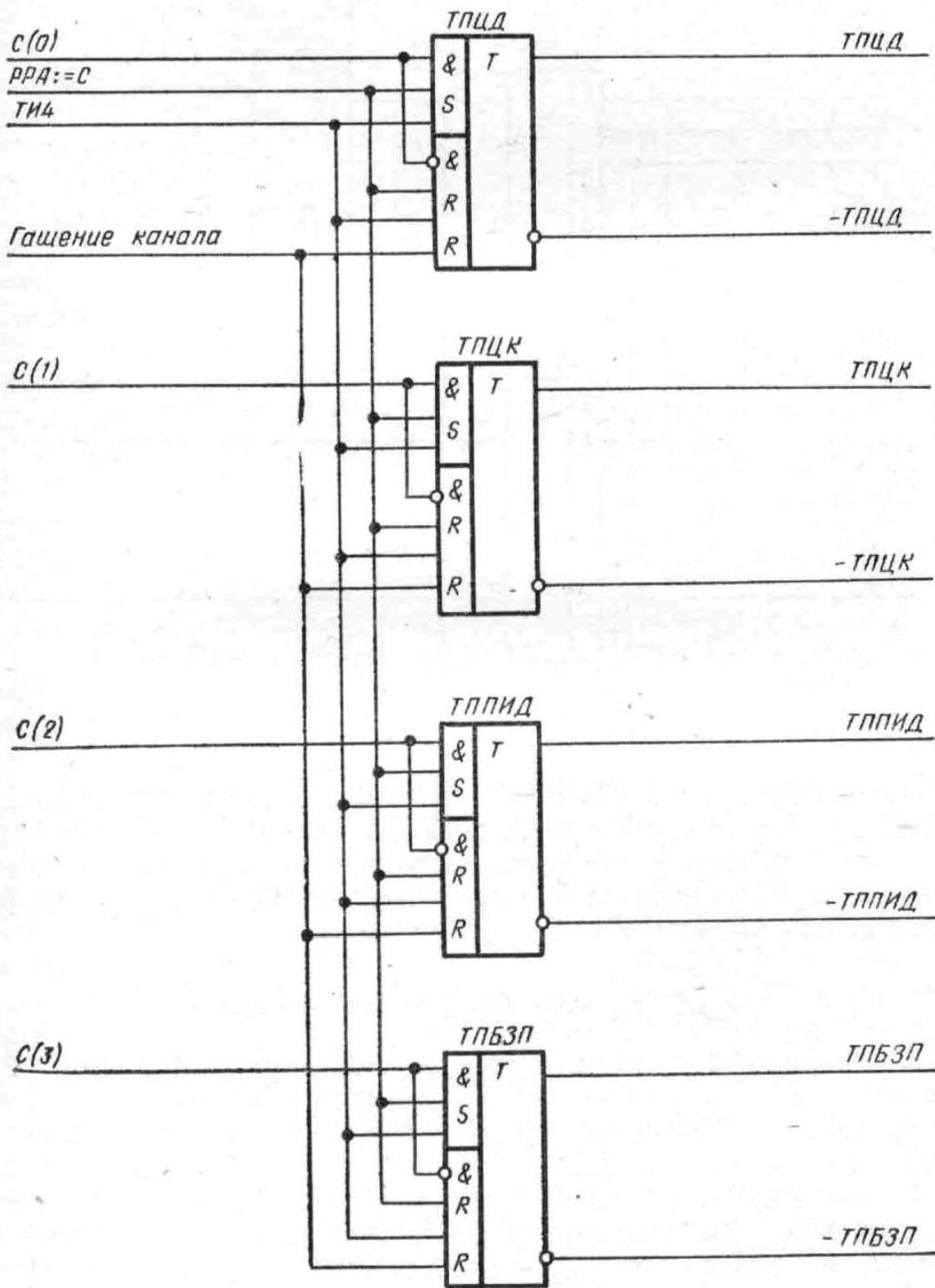


Рис. 6.9. Регистр признаков RA

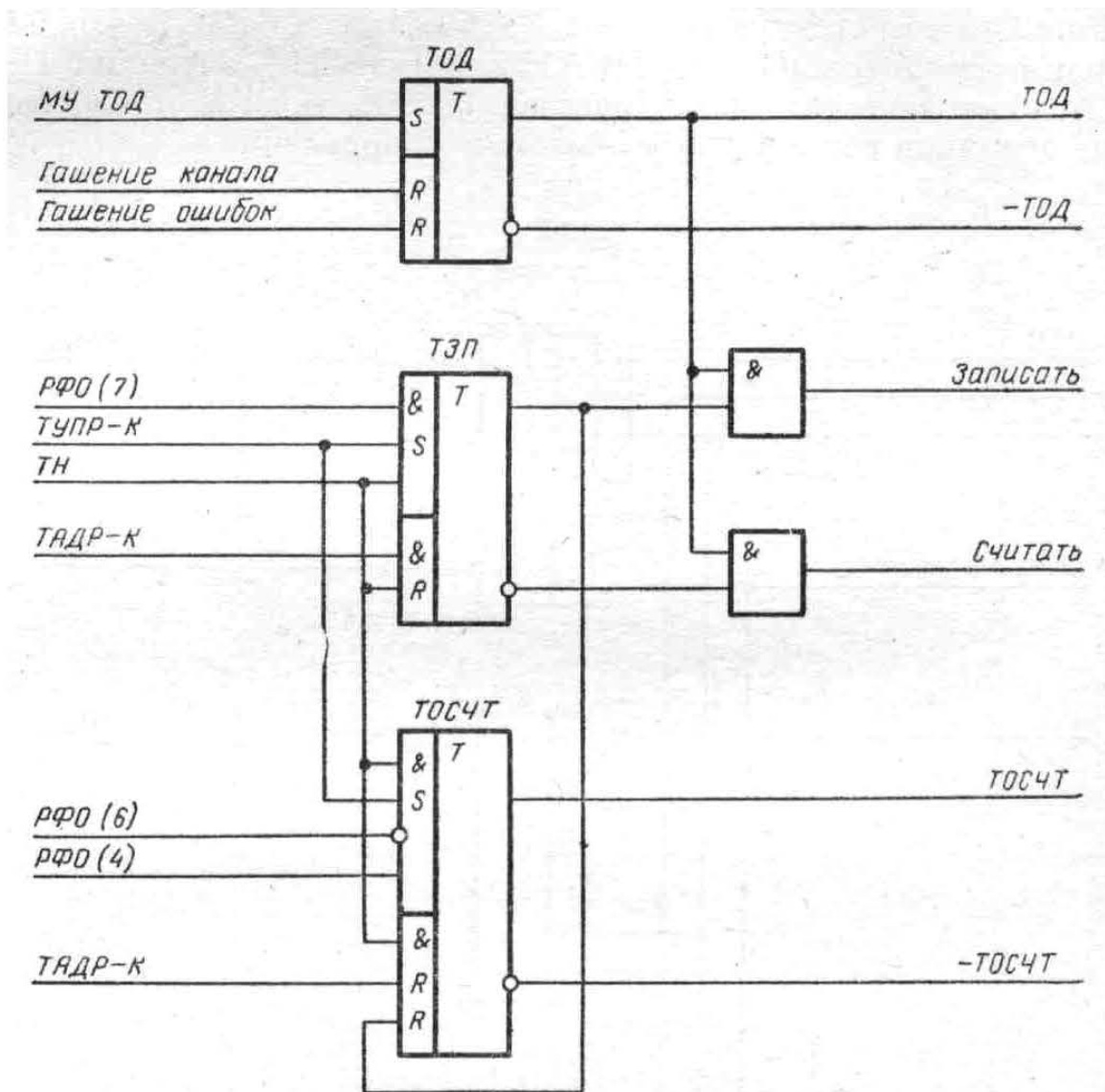


Рис. 6.10. Регистр команд

Выдачей признаков ЗП и СЧТ в схемы управления канала управляет триггер операции данных ТОД, который устанавливается микропрограммно в конце последовательности сигналов начальной выборки ВУ, когда канал получает от УВУ начальный байт состояния ВУ, равный нулю.

6.2.8. Регистр управления канала

Семиразрядный регистр управления канала РГ (рис. 6.11) предназначен для управления выходными сигналами каналов ВБР-К, АДР-К, УПР-К, РАВ-К, ИНФ-К, БЛК-К и триггером ненайденного устройства ТНУ.

Триггер ТВБР-К (РВБ-К) устанавливается в ответ на сигнал ТРБ-А от УВУ или по триггеру ТАДР-К в начальной выборке ВУ. Заметим, что отсутствие сигнала РАВ-К блокирует установку сигнала РВБ-К.

Триггер ТВБР-К сбрасывается:

- а) по единичному состоянию триггера сброса выборки ТСБРВБР-К, если:

каналом в ответ на ВБР-К получен от УВУ сигнал ВБР-А;

происходит отсоединение от интерфейса (по сигналу МСВБР-К) в конце последовательности сигналов начальной выборки ВУ или после передачи конечного состояния ВУ в канал;

после выполнения очередного КСК должно произойти зацепление по команде (по сигналу МВВБР-К), т. е. при повторной выборке внешнего устройства;

б) при выполнении команды НЮ после микропрограммной установки триггера останова ТОВВ, когда устанавливается триггер ТАДР-К, в последовательности сигналов отключения от интерфейса;

в) по триггеру задержки выборки ТЗАДВБР-К, который устанавливается по триггеру запроса на прерывание канала ТЗПРВ, при ТРАБ-А=1. Триггер ТРАБ-А запрещает выдачу сигнала БЛК-К при установленном триггере ТЗПРВ для того, чтобы при приеме конечного байта состояния ВУ по сигналу ИНФ-К не вырабатывалось ложное указание о цепочке команд. После сброса триггера ТРАБ-А сигнал БЛК-К восстанавливается, по триггеру ТЗАДВБР-К сбрасывается триггер ТВБР-К и задерживается выдача ВБР-К на 4 мкс. Таким образом, УВУ дается время для распознавания сигнала БЛК-К и сброса сигнала ТРБ-А, если запрос был для представления конечного состояния.

Триггер ТАДР-К в процессе выполнения последовательности сигналов начальной выборки ВУ устанавливается микропрограммно (табл. 6.1), а при обработке ошибок канала и при выполнении команды НЮ, когда осуществляется отсоединение от интерфейса, по триггеру блокировки выборки ТВВБР-К, который переводится в единичное состояние после микропрограммной установки триггера ТОВВ.

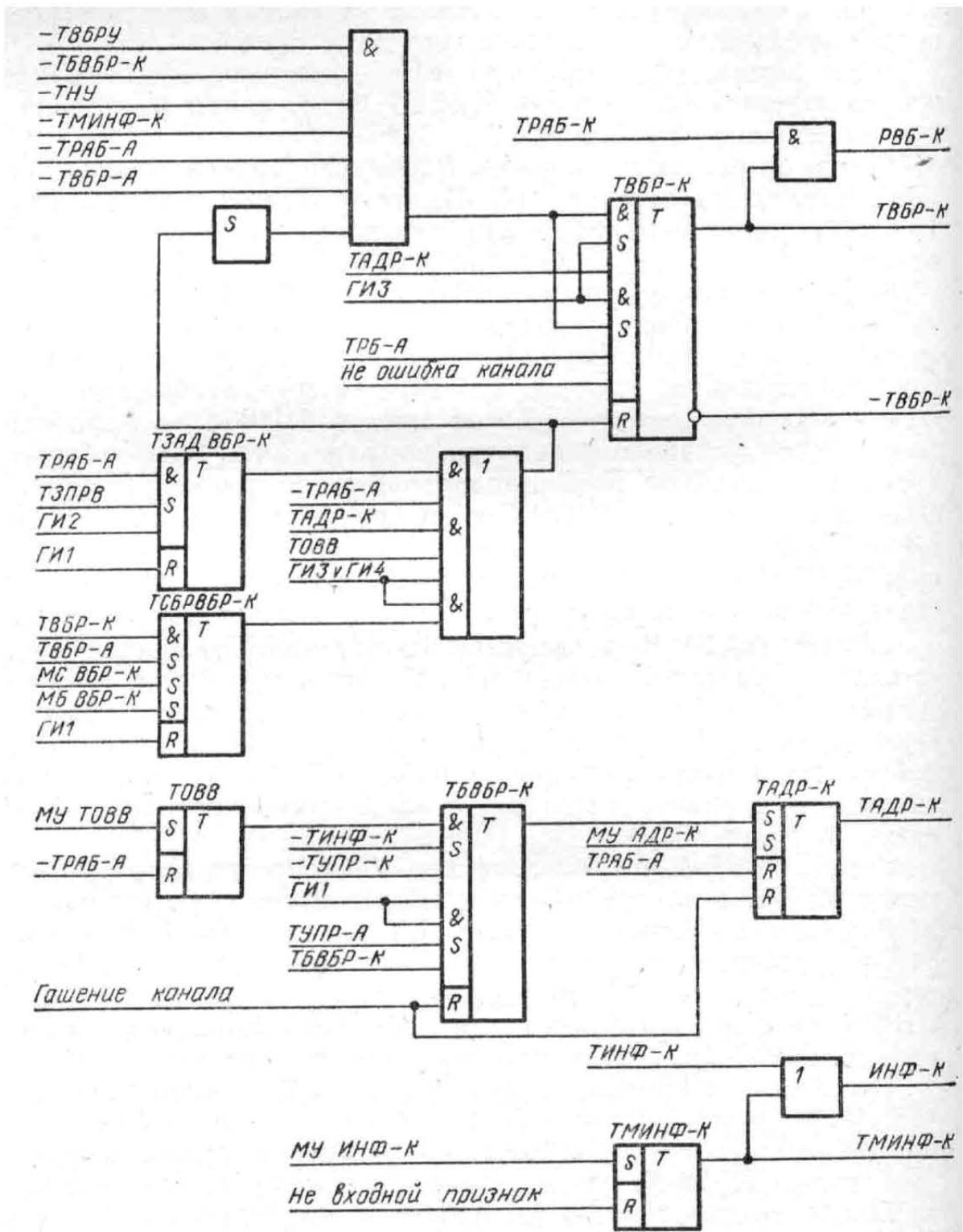
Сигнал УПР-К устанавливается микропрограммно в ответ на сигнал АДР-А в начальной выборке устройства и в ответ на сигнал УПР-А при передаче состояния ВУ по сигналу ТРБ-А. Сигнал УПР-К устанавливается аппаратно в ответ на сигнал АДР-А при передаче состояния ВУ по сигналу ТРБ-А и в ответ на сигнал ИНФ-А по единичному состоянию триггера блокировки шин канала ТБШИН-К, когда канал заканчивает передачу данных.

Сигнал ИНФ-К устанавливается микропрограммно (ТМИНФ-К) при приеме начального или конечного байта состояния ВУ; аппаратно {ТИНФ-К} — в процессе передачи данных.

Триггер ТРАБ-К устанавливается после гашения системы, после сброса триггера ТРАБ-А. При селективном сбросе триггер ТРАБ-К сбрасывается микропрограммно.

Сигнал БЛК-К устанавливается при зацеплении по команде по триггеру ТБЛК-К и сбрасывается в последовательности сигналов начальной выборки устройства по триггеру ТАДР-А. Сигнал БЛК-К возникает и по запросу на прерывание по вводу-выводу (ТЗПРВ = 1), после сброса триггера ТРАБ-А.

Триггер ненайденного устройства ТНУ устанавливается во время выполнения последовательности сигналов начальной выборки ВУ, когда в ответ на сигнал ВБР-К получен из интерфейса сигнал ВБР-А, т. е., когда адресуемое командой ввода-вывода ВУ не найдено.



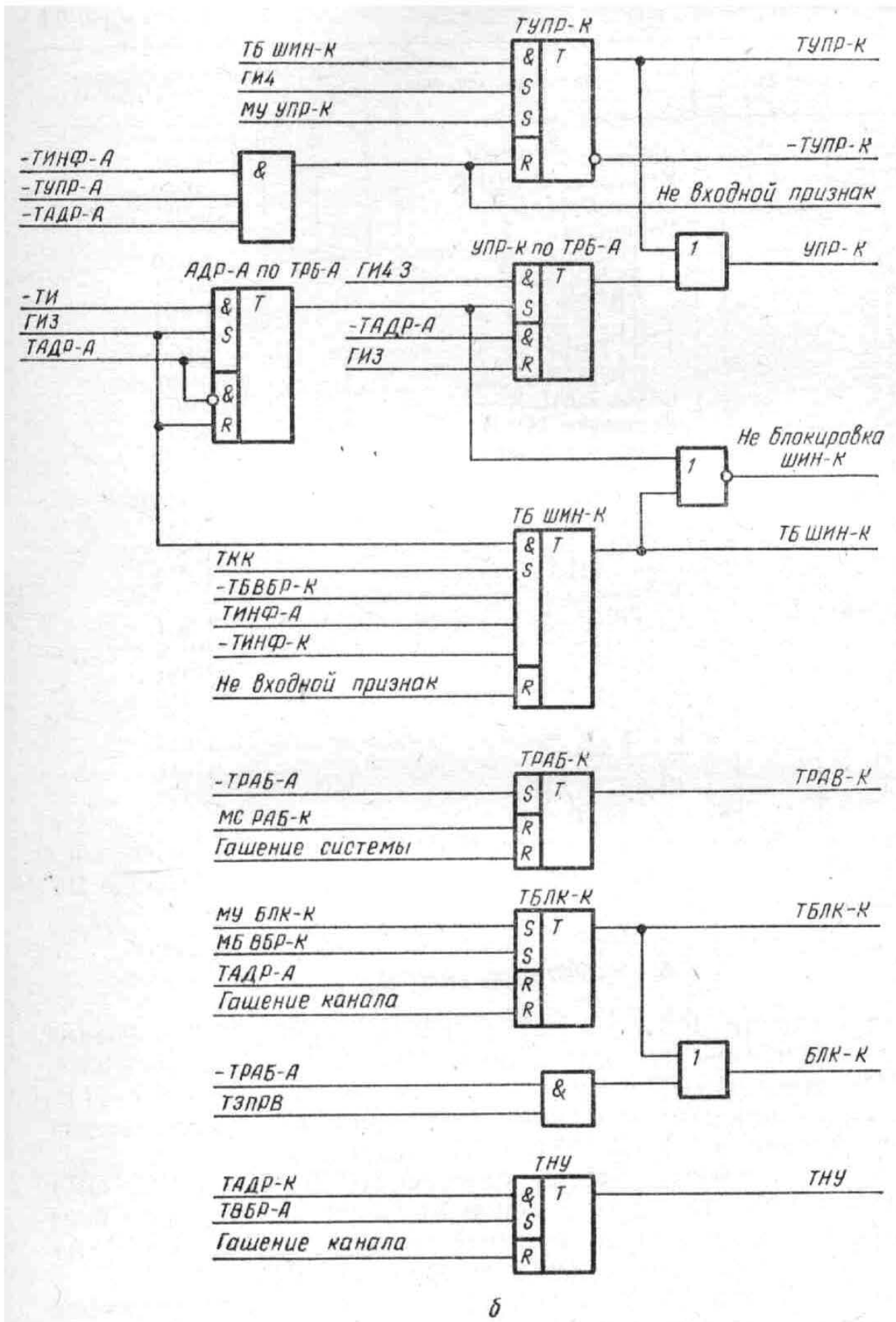


Рис. 6.11. Регистр управления канала РГ: а - начало, б - продолжение

Таблица 6.1

Название сигнала	Выполняемое действие	Константа формирования сигнала (РМК (45/49))
МУ ТВВРУ	Установка ТВВРУ	00001
МУ АДР-К	Установка ТАДР-К	00010
МС РФ	Сброс буфера	00011
	Установка:	
МС ВВР-К	ТСВРВВР-К	00100
МБ ВВР-К	ТСВРВВР-К	00101
МБ ВВР-К	ТВВРУ	00101
МБ ВВР-К	ТВЛК-К	00101
МУ УПР-К	ТУПР-К	00111
МУ БЛК-К	ТВЛК-К	01001
МС РАВ-К	Сброс ТРАВ-К	01010
МУ ТОВВ	Установки ТОВВ	01011
	Гашение канала	01101
	Установка:	
МУ КРИФ	ГКРИФ	01110
МУ ИНФ-К	ТИНФ-К	01111
МУ ТОД	ТОД	10001
МУ ТЦД	Сброс ТЦД	10010
	Установка:	
МУ ТШИН-А	ТШИН-А	10011
МУ КП	ТКП	10100
МУ КЗ	ТКЗ	10101
	Гашение ошибок	10110
	Установка:	
МУ КУК	ТКУК	11010
МУ ТОБМ	ТОБМ	11011
МС ТОБМ	Сброс ТОБМ	11100

6.2.9. Регистр границ

Регистр границ РД, в который входят триггеры признаков состояния регистров буфера данных ПОЛНЫЙ РФО – ПОЛНЫЙ РФ4, триггер ТЗП регистра команд, триггер границы ТГР, признак начальной выборки ПНВ, предназначен для определения окончания операции ЗАПИСАТЬ В КАНАЛЕ.

Признаки состояния буфера данных ПОЛНЫЙ (ПУСТОЙ) используются при микропрограммной модификации счетчика байт РСЧ, если от УВУ поступил конечный сигнал УПР-А (КУПР-А) и не все байты данных из буфера переданы в УВУ.

Триггер ТГР (рис. 6.12) используется при микропрограммной модификации содержимого регистра счетчика байт, если при зацеплении по данным из УВУ поступает сигнал КУПР-А и не все байты предыдущего КСК приняты УВУ, т. е. значение (РСЧ = 0) счетчика байт данных не соответствует числу байт, переданных из оперативной памяти в УВУ. Триггер границы устанавливается перед зацеплением по данным, когда последний байт или два последних байта текущего КСК передаются в буфер данных. Триггер ТГР остается в единичном состоянии до тех пор, пока последний байт данных, переданный в буфер при указанных выше условиях, не будет принят УВУ. Заметим, что только одна граница зацепления может быть установлена в буфере, т. е. зацепление по данным в последовательности двух КСК с ЦД будет проходить правильно, если во втором КСК указан РСЧ>4 байт, иначе в буфере могут устанавливаться две границы, что вызовет выработку сигнала КИНФ-А и приведет к остановке передачи данных между ВУ и каналом.

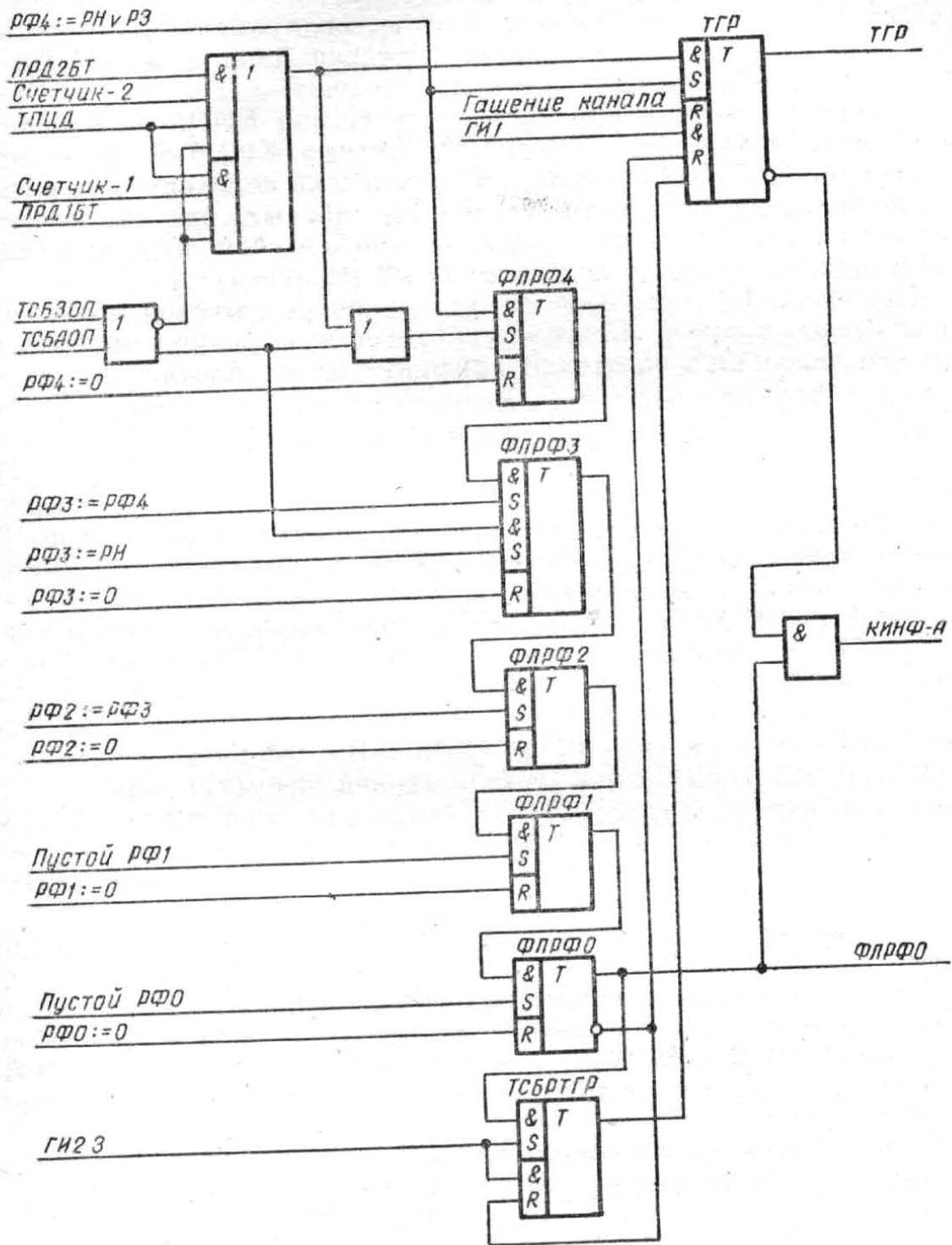


Рис. 6.12. Граница зацепления (ТГР)

В регистре границ вырабатывается сигнал КИНФ-А, по которому устанавливается триггер ТКК. Сигнал КИНФ-А возникает в операции ЗАПИСАТЬ, если произошел сбой по защите или адресации оперативной памяти, когда байт данных, при считывании которого из оперативной памяти, произошел сбой по защите или адресации, достигает регистра РФО (ФЛРФО= 1).

Признак ПНВ используется при микропрограммной обработке аппаратных ошибок. Содержимое регистра границ микропрограммно передается на вход В арифметического блока.

6.2.10. Регистр состояния канала

Регистр состояния канала РВ, предназначенный для запоминания признаков контроля и состояния канала (рис. 6.13), состоит из восьми триггеров, управление которыми осуществляется в основном логическими схемами канала.

Триггер признака программно-управляемого прерывания ТППУП устанавливается с помощью триггера буфера программно-управляемого прерывания ТБПУП после загрузки признаков из КСК в регистр признаков РА, когда для буфера канала не указана граница зацепления (ТГР). Если УВУ заканчивает операцию (КУПР-А для МПРС) при установленной в буфере канала границе зацепления, то триггер ТБПУП сбрасывается и триггер ТППУП не устанавливается. Если происходит прерывание по признаку ПУП, то триггер ТППУП сбрасывается одновременно с гашением запроса на прерывание канала в регистре БР.

Триггер неравной длины ТНД устанавливается в следующих случаях:

а) при получении конечного байта состояния ВУ (КУПР-А для МПРС) или указании отсоединения от интерфейса (установлены триггеры ТОВВ и ТВВВР-К) и при наличии одного из условий:

содержимое регистра РСЧ не равно нулю и не установлен триггер ТППИД;

буфер РФ не пустой, и не установлен триггер ТППИД;

указано зацепление данных (ТПЦД);

указана граница зацепления в буфере (ТГР);

б) при выдаче сигнала УПР-К в ответ на сигнал ИНФ-А (ТВШИН-К=1) и при сброшенном триггере ТППИД.

Триггер ТНД подавляет цепочку команд.

Триггер ТКП фиксирует наличие программных ошибок в АСК и КСК и устанавливается микропрограммно при выполнении команды SIO и зацеплении. Причем при зацеплении по данным в операции ЗАПИСАТЬ триггер ТКП устанавливается только тогда, когда все байты данных, относящиеся к предыдущему КСК, будут приняты УВУ, т.е. после сброса триггера ТГР. Триггер ТКП устанавливается аппаратно при обнаружении сбоя по адресации оперативной памяти (ТСВАОП=1) во время аппаратной приостановки (<ТВОП= 1):

при выполнении операции СЧИТАТЬ в конце такта записи в оперативную память (ТЛ=1);

при выполнении операции ЗАПИСАТЬ, когда УВУ устанавливает запрос (ТИНФ-А=1) на байт данных, при считывании которого из оперативной памяти (ФЛРФО = 1) произошел сбой по адресации.

Триггер ТКЗ устанавливается микропрограммно при обнаружении несовпадения ключей защиты канала и оперативной памяти при выполнении команды SIO и зацеплении. Причем при зацеплении по данным при выполнении операции ЗАПИСАТЬ триггер ТКЗ устанавливается только тогда, когда все байты данных, относящиеся к предыдущему КСК, будут приняты УВУ, т.е. после сброса триггера ТГР. Триггер ТКЗ устанавливается аппаратно при обнаружении сбоя по защите оперативной памяти (ТСВЗОП=1) во время аппаратной приостановки (ТВОП=1):

при выполнении операции СЧИТАТЬ в конце такта записи в оперативную память

(ТЛ=1);

при выполнении операции ЗАПИСАТЬ, когда УВУ устанавливает запрос (ТИНФ-А=1) на байт данных, при считывании которого из оперативной памяти (ФЛРФО = 1) произошел сбой по защите.

Признак КДК указывает ошибки четности байт данных и возникает во время передачи данных (ТОД=1) при несовпадении контрольного разряда байта данных и контрольного разряда, выработанного схемой свертки:

в буферном регистре РФО по установленному триггеру контроля данных буфера ТКДРФ;

на ШИН-А по установленному триггеру контроля данных шин абонента ТКДШИН-А.

При установленном триггере ТКДШИН-А операция ввода – вывода продолжается с верной четностью, выработанной схемой свертки на ШИН-А. В этом случае признак КДК сообщается программе вместе с конечным состоянием ВУ.

При установленном триггере ТКДРФ операция ввода–вывода прекращается и осуществляется переход к микропрограмме ошибок. Признак КДК подавляет цепочку команд в канале. Признак КУК указывает на появление ошибки в работе схем управления канала и устанавливается:

при одновременном появлении множества выходных управляющих признаков канала (АДР-К, УПР-К, ИНФ-К);

при установке одного из триггеров ТКРМН, ТКРНЗ, ТКРВЗ, ТКС, ткасч в регистре ошибок канала РБ;

при микропрограммном обнаружении ошибок в управлении канала (ТМКУК=1).

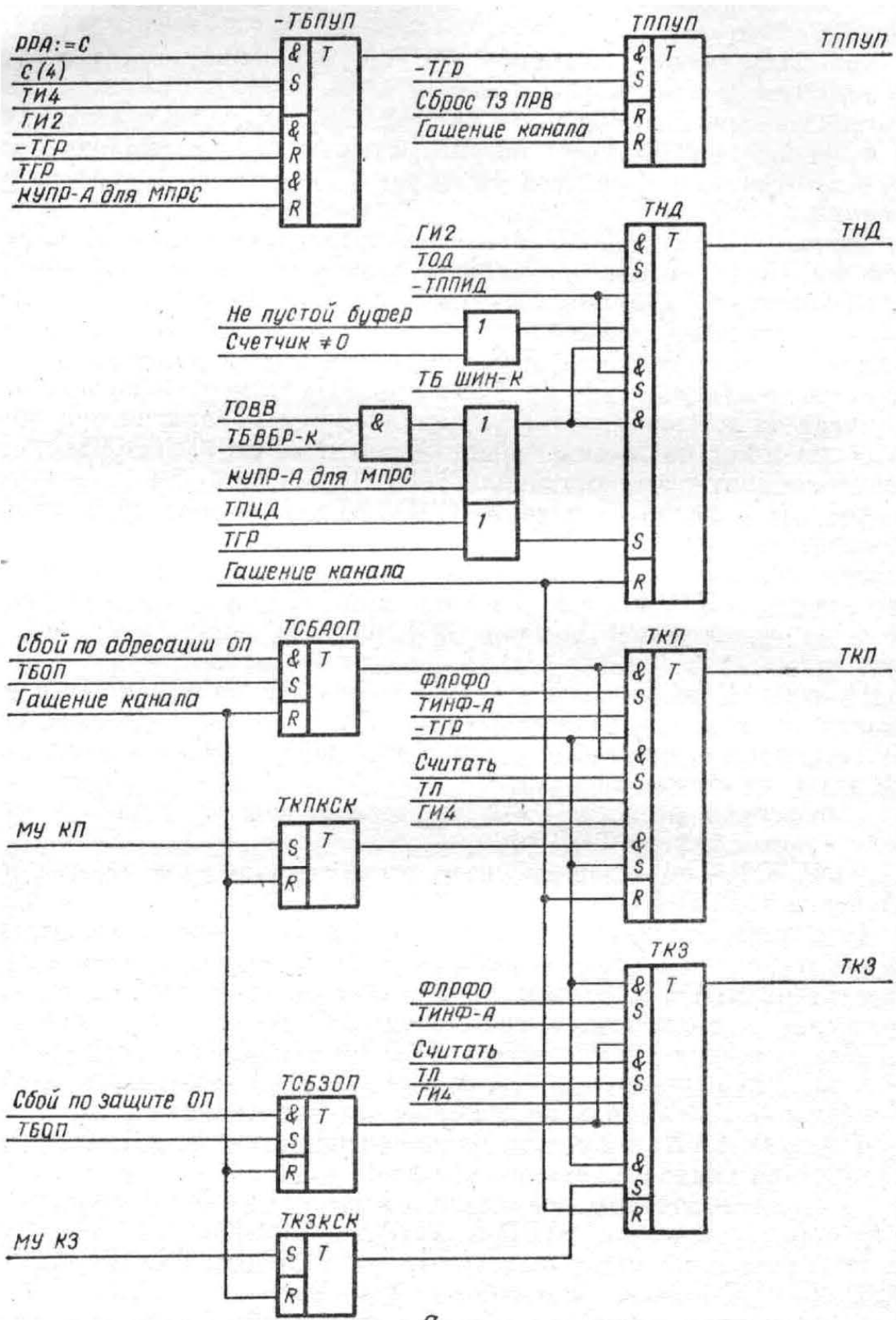
Признак КРИФ указывает на появление ошибки на линиях интерфейса и устанавливается:

при сбое по четности в регистре РФО после сброса триггера ГОД;

при установке любого из триггеров ТКМВПИФ, ТКИФП, ТКППИФ в регистре ошибок РБ;

при установке любого из триггеров регистра ошибок РРЕ (сигнал УТКРИФ);

при микропрограммном обнаружении ошибок в работе интерфейса (ТМКРИФ=1).



а

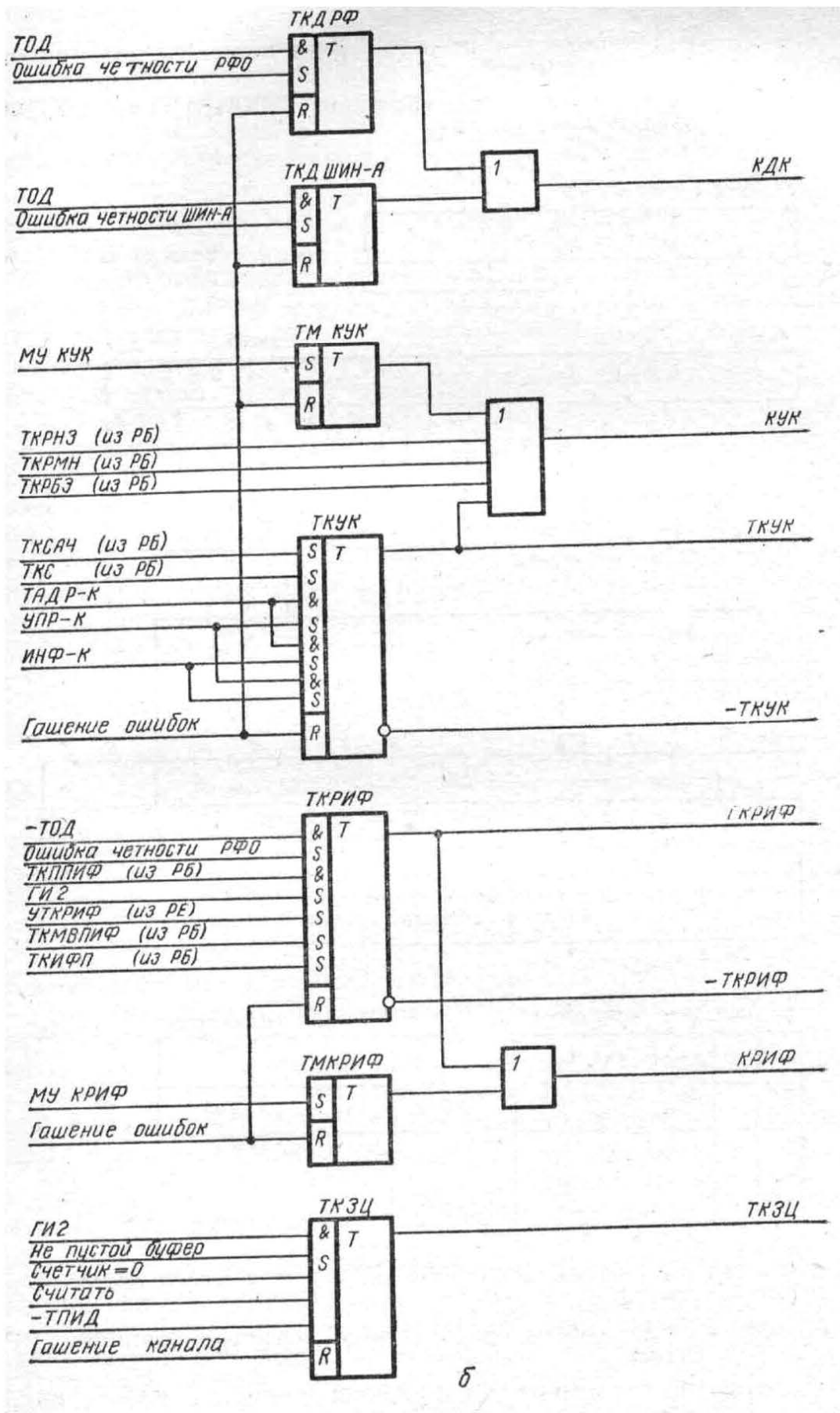


Рис. 6.13. Регистр состояния канала РВ: а - начало, б - продолжение

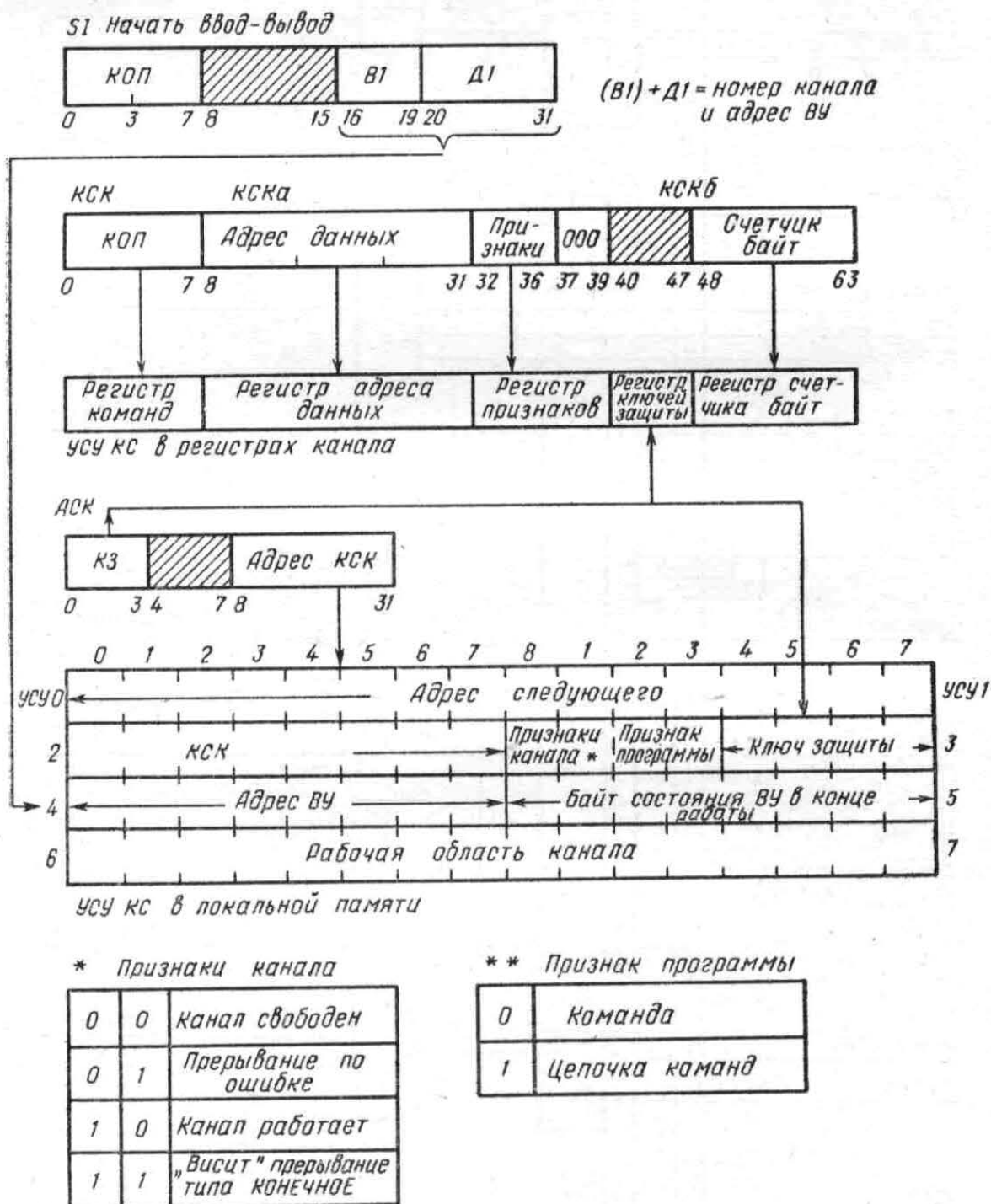


Рис. 6.14. Формирование и размещение УСУ селекторного канала

Триггер ТКЗЦ устанавливается, если значение счетчика байт заданного в последнем КСК при операции считывания с зацеплением по данным, меньшим числа байт, уже находящихся в буфере.

Содержимое регистра РВ микропрограммно передается на вход В арифметического блока.

6.2.11. Подканал селекторного канала

Каждый селекторный канал имеет один подканал, предназначенный для хранения и модификации УСУ в течение выполнения операции ввода-вывода. В состав подканала входят восемь ячеек локальной памяти и регистры команд, адреса данных,

признаков, ключей защиты, счетчика байт, назначение каждого из которых описано выше. УСУ селекторного канала, его формирование и размещение на регистрах канала и в локальной памяти показаны на рис 6.14, причем часть УСУ, размещаемая в локальной памяти, для удобства разделена на УСУ0–УСУ7. УСУ формируется микропрограммно из управляющей информации, указанной в АСК и КСК, при введении операции ввода–вывода в канале по команде SIO, или изменяется частично при выполнении зацепления по данным или по команде при извлечении из оперативной памяти нового КСК. Причем при зацеплении по данным в УСУ изменяется адрес данных, счетчик байт, признаки; при зацеплении по команде изменяется код операции в регистре команд, адрес данных, счетчик байт и признаки.

Адрес данных и счетчик байт модифицируются аппаратным способом во время передачи данных через канал в режиме АПРС.

УСУ0–УСУ7 первого селекторного канала размещаются в ячейках С8 – СF ЛП, второго селекторного канала–в ячейках Д8–ДРЛП.

6.3. РАБОТА КАНАЛА

Команды SIO, TIO, NIO, TCH, управляющие работой канала и ходом выполнения операции ввода–вывода, выполняются в селекторном канале под управлением микропрограммы канала и аппаратных средств. Этапы выполнения операции ввода–вывода в селекторном канале показаны на рис. 6.15.

Рассмотрим выполнение в канале команд управления каналом и ОВВ на разных этапах.

6.3.1. Команда НАЧАТЬ ВВОД–ВЫВОД (SIO)

Команда SIO выполняется на первом этапе операции ввода – вывода. После выборки формата команды, в котором указан адрес канала и устройства, выполнение этой команды начинается с проверки условия выполнения команды на супервизорном уровне (ССП15=0). Если в текущем ССП указан задачный уровень (ССП15=1), то осуществляется переход к программе прерывания

тио контролю программы. Недействительный канал (>2), указанный командой SIO, вызывает установку КУ=3 и переход к выборке следующей команды.

После определения типа канала (КС) в регистре РВС ЦП устанавливается признак соответствующего канала (1BC4–КС1, 1BC3–КС2) и в рабочую область локальной памяти (ячейка ВЕ) записывается адрес ВУ. Далее проверяется состояние канала (рис. 6.16) путем анализа кода признака канала в УСУЗ и в текущем ССП устанавливается КУ=2 с последующим переходом к выборке следующей команды, если:

канал работает (код 10);

в канале «висит» прерывание типа КОНЕЧНОЕ (код 11);

в канале установлен запрос на прерывание по ошибке (код 01). Если канал свободен (код 00), микропрограмма переходит к выборке АСК из ячейки 48/16 оперативной памяти и формированию УСУ. Ключ защиты, указанный в АСК, передается в разряды 4–7 регистра РВЗ ЦП и проверяется АСК на действительность.

Недействительное АСК вызывает переход к обработке программных ошибок, после чего формируется ССК с индикацией признака КП в байте состояния канала и установкой КУ=1 в текущем ССП.

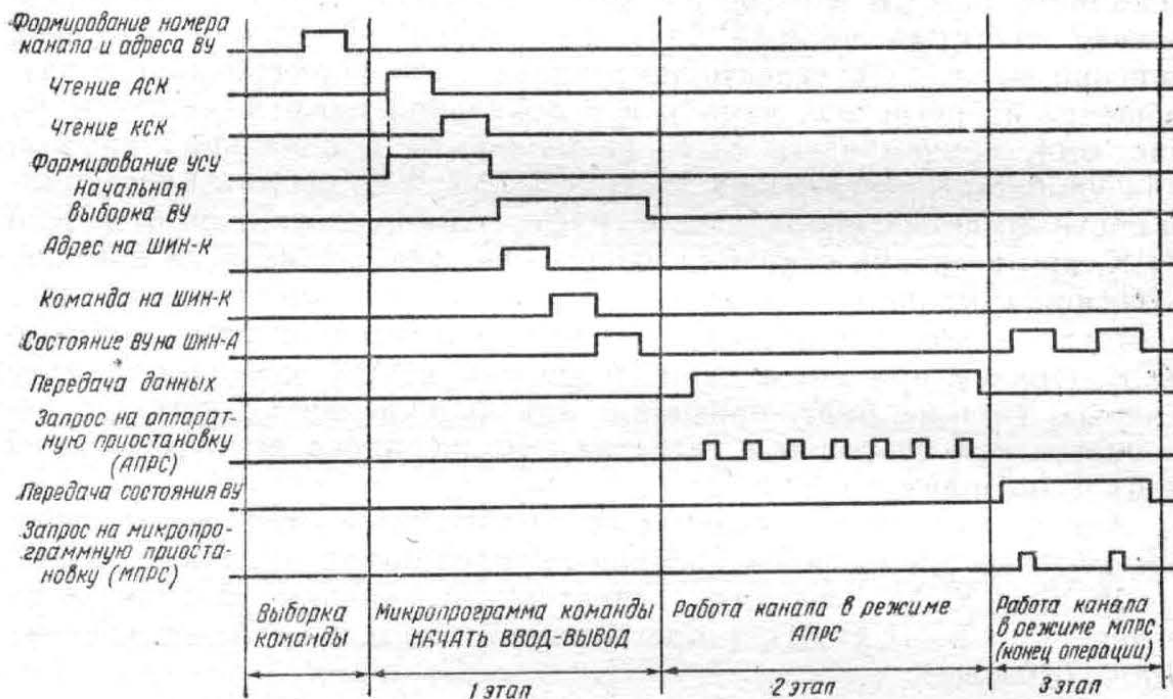
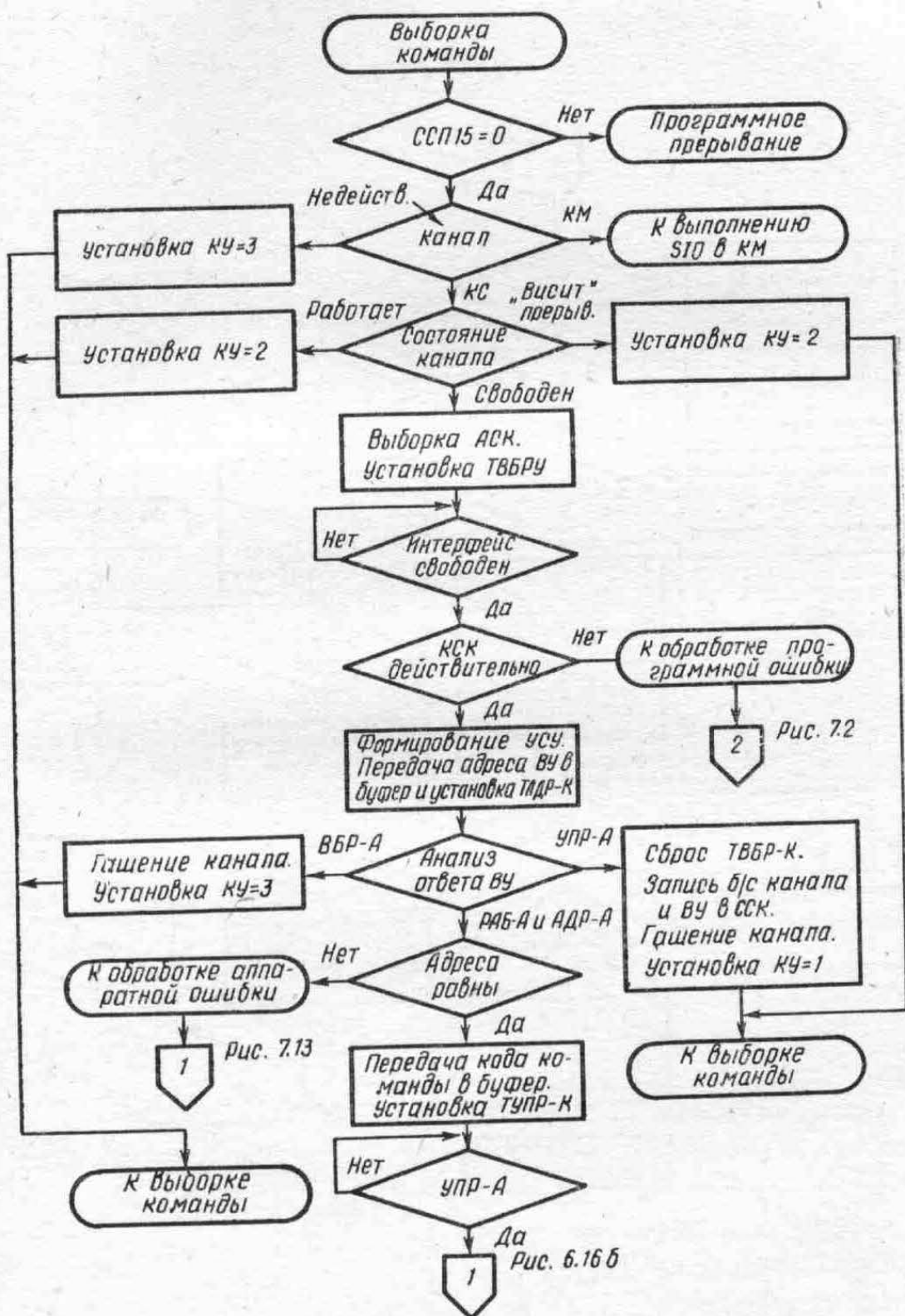
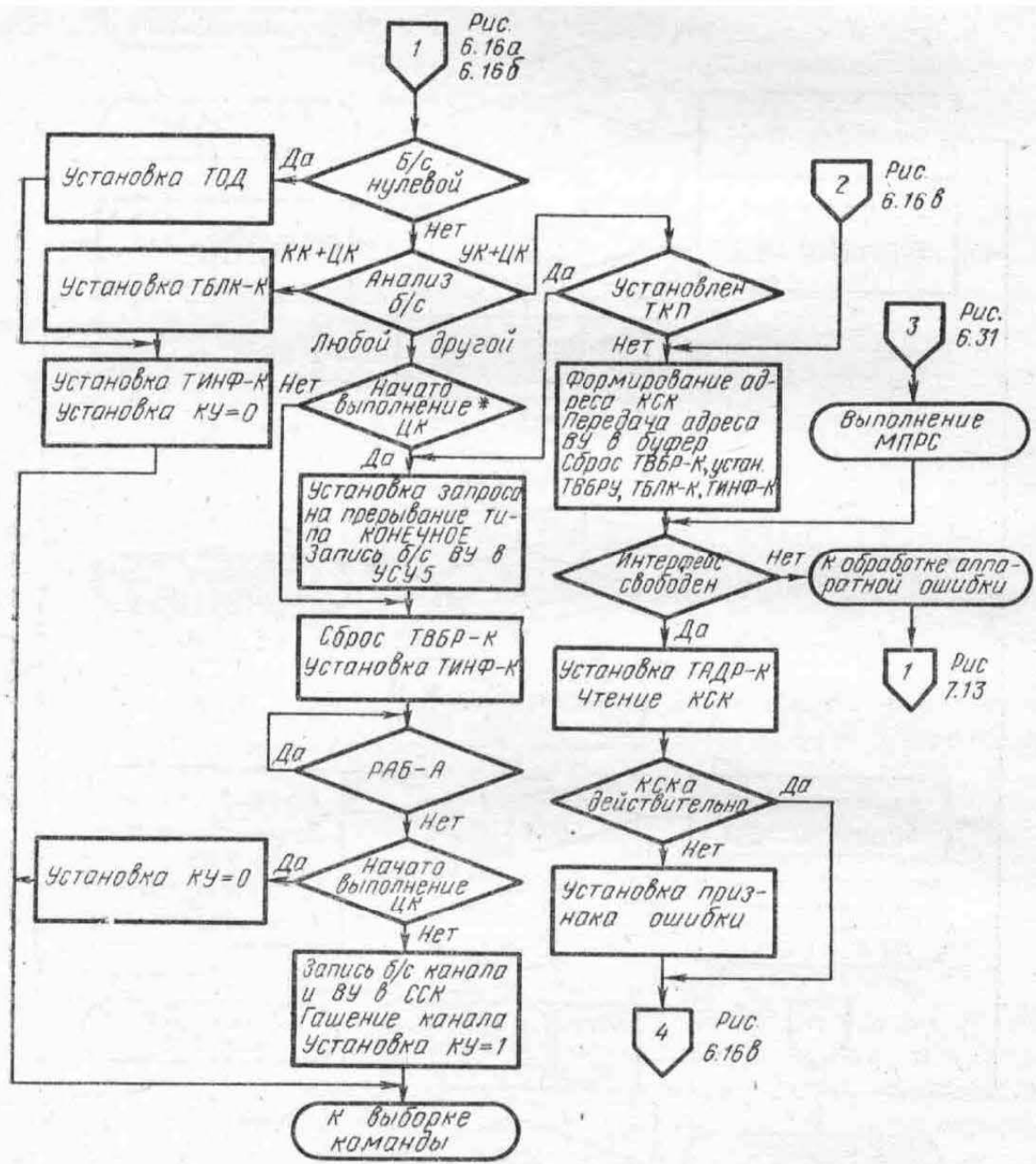


Рис. 6.15. Временная диаграмма работы КС при выполнении операций ввода – вывода с передачей данных

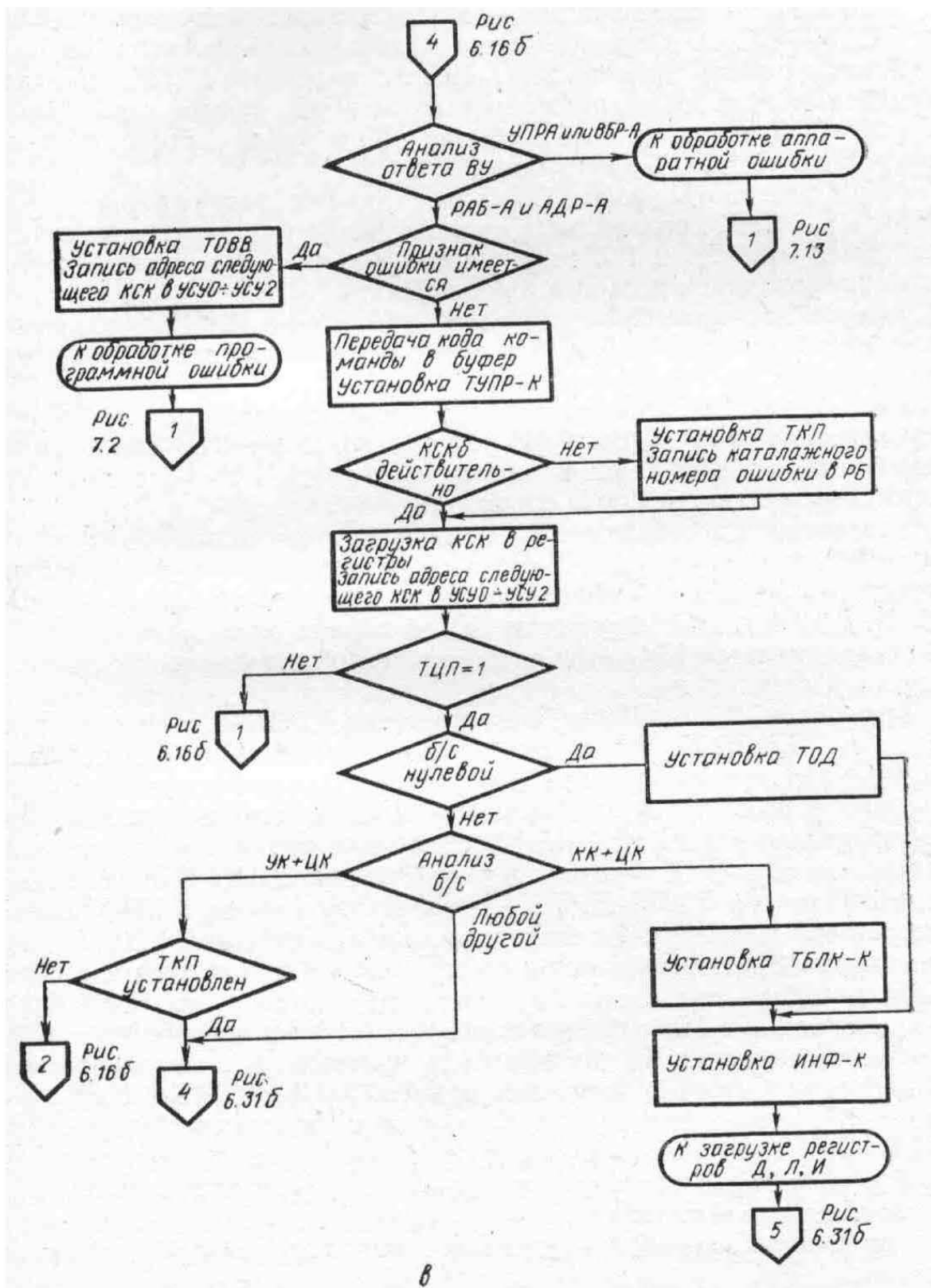
При действительном АСК осуществляется переход к организации связи с УВУ через интерфейс. Микропрограммно устанавливается триггер ТВВРУ и если интерфейс занят (ПСИФ=0), ожидается освобождение интерфейса. При возникновении признака ПСИФ=1 (интерфейс свободен) сбрасывается запрос (если он есть) на прерывание типа УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО в регистре РВР и занимает канал для выполнения команды (в разрядах признаков канала УСУЗ устанавливается на 10). Затем продолжается формирование УСУ. Адрес ВУ, заданный командой, передается в УСУ4, ключ защиты—в УСУЗ, адрес следующего КСК— в УСУ0—УСУ2. Осуществляются выборка и проверка КСК на действительность (см. п. 2.4). Недействительное КСК вызывает переход к обработке программных ошибок, после чего формируется ССК с индикацией признака КП в байте состояния канала и установкой КУ= 1 в текущем ССП.



а



* когда начато выполнение ЦК в УСУЗ записан признак ЦК



8

Рис. 6.16. Алгоритм выполнения команды SIO: а-начало; б и в-продолжение
При действительном КСК адрес данных загружается в регистры Р7, Р8, Р9, содержимое счетчика байт передается в регистры счетчика байт Р6 и Р5, содержимое разрядов признаков-в пять старших разрядов регистра признаков РА.

Адрес ВУ через буфер данных выдается на ШИН-К и устанавливается триггер ТАДР-К, что приводит к установке в следующем машинном такте триггера ТВВР-К.

На сигнал ВБР-К от канала ВВУ может ответить:

сигналом ВБР-А, если ВУ не найдено. В этом случае выполнение команды SIO заканчивается установкой КУ=3 с последующим переходом к выборке следующей команды;

сигналом УПР-А, если ВУ занято. В этом случае байт состояния ВУ принимается с ШИН-А в регистр РФ4 буфера данных, триггер ТВБР-К сбрасывается (устанавливается триггер ТСБРВБР-К). Байт состояния ВУ и канала записывается в ССК. Устанавливается КУ = 1 и осуществляется переход к выборке следующей команды;

сигналом РАВ-А. Установка триггера ТРАВ-А вызывает сброс триггера ТАДР-К. УВУ устанавливает на ШИН-А адрес ВУ, сопровождая его сигналом АДР-А. Адрес ВУ принимается в буфер данных и выдается в арифметический блок, где он сравнивается с адресом, выданным на ШИН-К. В случае равенства адресов байт команды выдается через буфер данных на ШИН-К и устанавливается триггер ТУПР-К. УВУ отвечает на сигнал УПР-К байтом состояния на ШИН-А, сопровождая его сигналом УПР-А. Байт состояния ВУ принимается в буфер данных и выдается в арифметический блок, где анализируется на равенство нулю. Если выданная команда не была немедленной или в ВУ не произошло ошибки, то байт состояния ВУ должен быть нулевым. В этом случае устанавливается триггер операции данных ГОД и ТИНФ-К. В текущем ССП устанавливается КУ = 0 и осуществляется переход к выборке следующей команды процессора, а канал продолжает выполнять начатую операцию ввода-вывода под управлением УСУ, находящегося в канале.

При ненулевом байте состояния выполняются следующие действия:

а) если в байте состояния ВУ не указана ошибка и имеется указатель КК, а в регистре признаков установлен признак ЦК, устанавливаются триггеры ТВЛК-К и ТИНФ-К, которые указывают УВУ на то, что последует зацепление команд, когда канал получит от ВУ байт состояния с указателем УК. В текущем ССП устанавливается КУ = 0 и осуществляется переход к выборке следующей команды;

б) если в байте состояния ВУ указана ошибка или в регистре признаков не установлен признак ЦК, осуществляется переход по байте состояния ВУ типа «любой другой» (см. рис. 6.16.б).

Если ненулевой байт состояния получен при выполнении команды, причем выполнялось первое КСК (разряд признака программы в УСУЗ = 0), сбрасывается триггер ТВБР-К и устанавливается триггер ТИНФ-К. Байт состояния канала и ВУ записывается в ССК, канал гасится. В ССП устанавливается КУ = 1 и осуществляется переход к выборке следующей команды.

Если ненулевой байт состояния получен при выполнении зацепления по команде (разряд признака программы в УСУЗ равен 1, т. е. выполняется не первое КСК в команде SIO), то в канале устанавливается запрос на прерывание типа КОНЕЧНОЕ (в разрядах признаков канала в УСУЗ устанавливается код 11), в УСУ5 записывается полученный байт состояния ВУ, сбрасывается триггер ТВБР-К и устанавливается триггер ТИНФ-К. В текущем ССП устанавливается КУ = 0 и осуществляется переход к выборке следующей команды;

в) если в байте состояния устройства имеется указатель УК и нет указателей

ошибки, а в регистре признаков установлен признак ЦК, то осуществляется переход к выполнению зацепления по команде, которое начинается с установки признака ЦК в УСУЗ. Адрес нового КСК считывается из УСУ0–УСУ2 и засылается в регистры ПТУ для чтения из оперативной памяти нового КСК. Если в байте состояния ВУ установлен указатель МОДИФИКАТОР, то адрес нового КСК, записанный в регистры ПТУ, увеличивается на +8. Адрес ВУ считывается из УСУ4 и выдается через буфер данных на ШИН-К. Триггер ТВВР-К сбрасывается, устанавливаются триггеры ТВВР-У, ТБЛК-К и ТИНФ-К и анализируется занятость интерфейса. Если интерфейс занят, устанавливается признак ошибки, запрос на прерывание по ошибке и КУ = 0 в ССП, а если свободен (ПСИФ = 1), устанавливается триггер ТАДР-К и осуществляется переход к выборке КСК и загрузке его в подканал.

Из оперативной памяти извлекается КСК и проверяется на действительность. Сначала проверяется первая половина КСК (КСК а на рис. 6.14) и, если обнаруживается ошибка, устанавливается признак ошибки, который анализируется после прихода из УВУ сигналов РАБ-А и АДР-А в ответ на сигналы АДР-К и ВВР-К. Наличие ошибки вызывает отсоединение от интерфейса: устанавливается триггер ТОВВ, по которому вырабатывается последовательность отключения от интерфейса (ВВР-К := 0, АДР-К := 1 см. рис. 6.11, а также п. 3.4.2); при этом в УСУ0–УСУ2 записывается адрес следующего КСК и производится переход к обработке программных ошибок, устанавливается запрос на прерывание типа КОНЕЧНОЕ и КУ = 0 в ССП.

Если в КСКа ошибок нет, то через буфер данных на ШИН-К выдается байт команды и устанавливается триггер ТУПР-К, после чего анализируется на действительность вторая половина КСК (КСКб на рис. 6.14). При обнаружении ошибки (недействительный формат КСК или счетчик байт) устанавливается триггер ТКП в регистре состояния канала и осуществляются загрузка КСК в канал и запуск операции на ВУ, причем в регистр Р6 вместо старшего байта счетчика байт записывается каталожный номер ошибки. Далее принимается байт состояния от ВУ. При этом если байт состояния нулевой, то устанавливается ТОД и ТИНФ-К, т. е. запускается операция и в ССП устанавливается КУ = 0. Если установлен триггер ТКП, то на первое требование от ВУ на передачу данных канал отвечает последовательностью останова операции, в результате которой ВУ выдает в канал конечный байт состояния. Канал принимает его, устанавливает запрос на прерывание типа КОНЕЧНОЕ, при выполнении которого каталожный номер ошибки записывается в ССК и становится доступным программе.

Если же байт состояния ВУ, полученный при выполнении зацепления по команде, ненулевой, то в зависимости от содержимого этого байта и содержимого регистра признаков канала операция завершается следующим образом:

а) байт состояния с указателем УК или любой другой при наличии признака ЦК анализируется каналом, записывается в УСУ5, устанавливается запрос на прерывание типа КОНЕЧНОЕ, устанавливается КУ⁰ и осуществляется переход к выборке следующей команды;

б) байт состояния с указателем КК при наличии признака ЦК принимается каналом, устанавливается КУ = 0 и производится переход к выборке следующей

команды. После приема от ВУ байта состояния с указателем УК он обрабатывается как описано в п. а).

Каталожный номер ошибки записывается в ССК при выполнении прерывания типа КОНЕЧНОЕ и таким образом становится доступным программе.

6.3.2. Передача данных

Данные передаются между ВУ и ОП через буфер данных канала в два этапа: между ВУ и буфером данных и между буфером данных и оперативной памятью. Обмен данными между ВУ и буфером данных не влияет на работу ЦП и осуществляется параллельно с работой процессора. Обмен данными между буфером и оперативной памятью требует обращения к оперативной памяти и, следовательно, влияет на работу ЦП. Этот этап выполняется в режиме аппаратной приостановки, заключающейся в том, что, когда каналу требуется доступ к оперативной памяти, он приостанавливает текущую последовательность микрокоманд на время одного цикла обращения к оперативной памяти.

К началу передачи данных выполняемая команда запоминается в регистре команд в процессе выполнения начальной выборки устройства при передаче кода команды из РФО в УВУ. В конце начальной выборки устройства, если из УВУ получен нулевой байт состояния ВУ, микропрограммно устанавливается триггер ТОД, который остается в единичном состоянии в течение всего этапа передачи данных. Состояние триггеров ТЗП, ТОСЧТ и ТОД в зависимости от выполняемой операции приведено в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Состояние триггеров			Выполняемая операция
ТЗП	ТОСЧТ	ТОД	
1	0	1	ЗАПИСАТЬ
0	0	1	СЧИТАТЬ
0	1	1	СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ

6.3.3. Передача данных между ВУ и буфером данных канала

Данные между ВУ и буфером данных канала начинают передаваться при получении от УВУ сигнала ИНФ-А, по которому импульсом ГИ43 устанавливается триггер ТИНФ-А в регистре абонента. Дальнейшие действия в канале зависят от выполняемой операции в канале.

Выполнение операции СЧИТАТЬ. По единичному состоянию триггера ТИНФ-А устанавливается триггер ТШНН-А импульсом ГИЗ (рис. 6.17) в том случае, если триггер ТВШИН-А сброшен, регистр РФ4 пустой и если не все байты данных переданы в канал, т. е. триггер КАНАЛ КОНЧИЛ (ТКК) находится в нулевом состоянии.

Триггер ТШИН-А разрешает занесение байта данных с ШИН-А в буферный регистр РФ4 по импульсу ГИЗЗ. В последующих тактах байт данных продвигается вдоль буфера до первого заполненного буферного регистра.

По единичному состоянию триггера ТШИН-А импульсом ГИ4 устанавливается триггер ТВШИН-А. Импульсом ГИ43 по триггерам ТВШИН-А и ТИНФ-А устанавливается триггер ТИНФ-К и в УВУ выдается сигнал ИНФ-К. УВУ снимает сигнал ИНФ-А, в канале сбрасывается триггер ТИНФ-К. При готовности снова передать байт данных в канал

УВУ опять устанавливает сигнал ИНФ-А и все предыдущие действия повторяются. Когда содержимое регистра счетчика байт становится равным числу байт данных, находящихся в буфере (регистр РСЧ равен регистру РФ), импульсом ГИ1 устанавливается триггер ТКК (см. рис. 6.17), который блокирует установку триггера ТШИН-А и, следовательно, установку триггеров ТВШИН-А и ТИНФ-К. Байт данных с ШИН-А не принимается, а в ответ на сигнал ИНФ-А импульсом ГИ3 устанавливается триггер ТВШИН-К, на ШИН-К выдается байт с нулевым состоянием всех разрядов. По единичному состоянию триггера ТВШИН-К (см. рис. 6.11) импульсом ГИ4 устанавливается триггер ТУПР-К. В ответ на сигнал УПР-К УВУ сбрасывает сигнал ИНФ-А, в канале сбрасывается триггер ТИНФ-А по нулевому состоянию которого сбрасываются триггеры ТВШИН-К и ТУПР-К и таким образом снимается сигнал УПР-К.

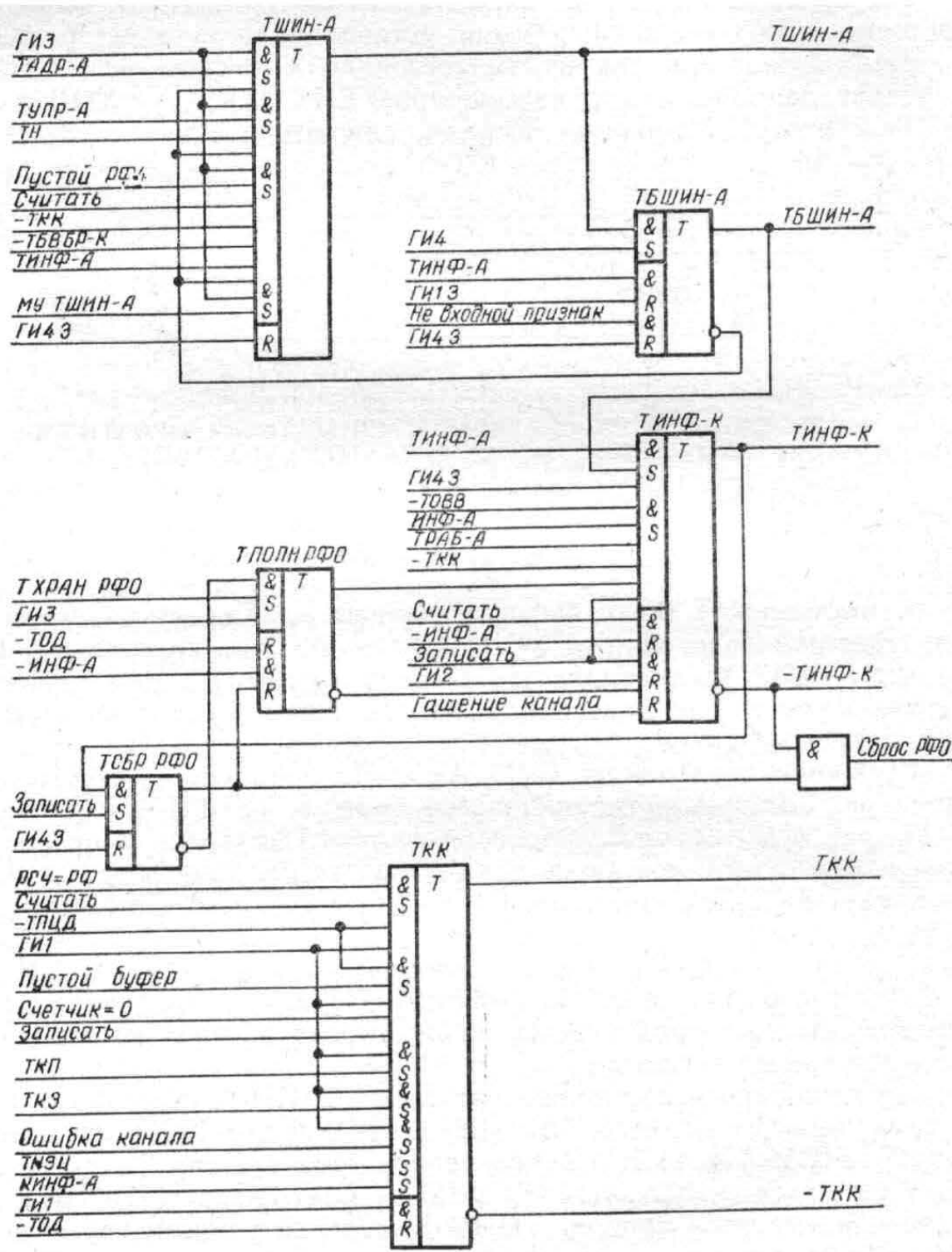


Рис. 6.17. Управление передачей данных через интерфейс ввода-вывода

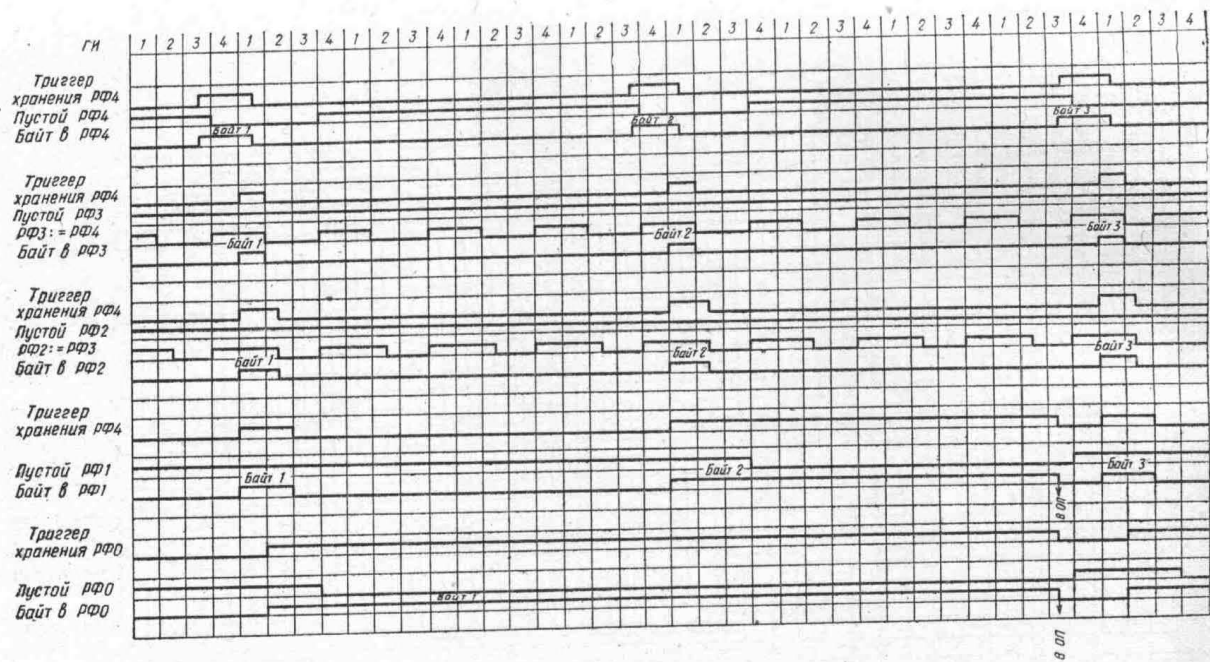


Рис. 6.18. Временная диаграмма работы буфера при выполнении операции СЧИТАТЬ

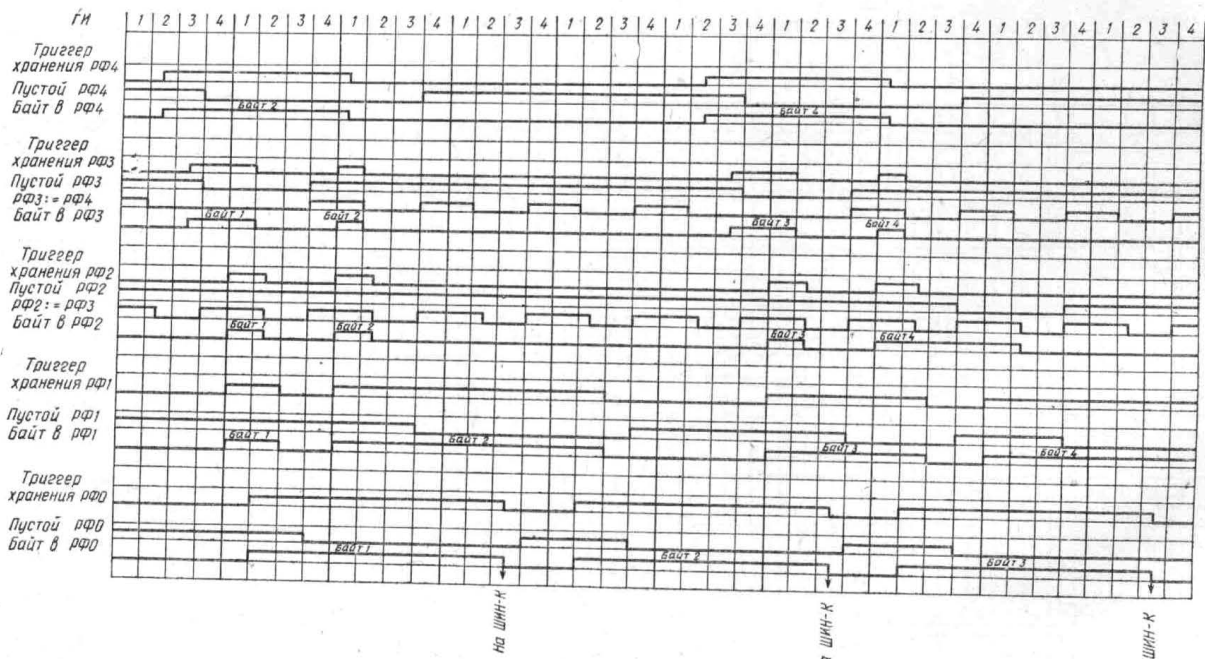


Рис. 6.19. Временная диаграмма работы буфера при выполнении операции ЗАПИСАТЬ

Если передача данных заканчивается по инициативе УВУ, то оно вместо сигнала ИНФ-А устанавливает сигнал УПР-А. Временная диаграмма работы буфера при выполнении операции СЧИТАТЬ показана на рис. 6.18.

Выполнение операции ЗАПИСАТЬ. По установленному сигналу ИНФ-А после заполнения буферного регистра РФО (см. рис. 6.2) в результате сдвига байт данных, полученных из оперативной памяти, установится ТХРАНФО (см. рис. 6.3), импульсом ГИЗ устанавливается триггер ТПОЛНРФО (см. рис. 6.17). По триггеру ТПОЛНРФО, если не все байты переданы в УВУ из канала (ТКК сброшен), устанавливается триггер ТИНФ-К и выдается сигнал ИНФ-К в УВУ, указывая, что байт

данных находится на ШИН-К. По единичному состоянию триггера ТИНФ-К устанавливается триггер ТСВРРФО. УВУ принимает байт данных с ШИН-К и снимает сигнал ИНФ-А, указывая каналу на то, что байт данных с ШИН-К принят. По сброшенному сигналу ИНФ-А и установленному триггеру ТСВРРФО сбрасывается триггер ТПОЛНРФО, что приводит к сбросу триггера ТИНФ-К. По сброшенному триггеру ТИНФ-К и установленному триггеру ТСВРРФО вырабатывается сигнал СБРОС РФО.

Когда ВУ готово принять следующий байт данных из канала, УВУ снова устанавливает сигнал ИНФ-А и все предыдущие действия повторяются. В случае, когда счетчик байт исчерпан (стал равен 0) и все байты данных переданы из буфера данных в устройство (буфер пустой), устанавливается триггер ТКК (см. рис. 6.17), который блокирует установку триггера ТИНФ-К, а в ответ на сигнал ИНФ-А устанавливается триггер ТВШИН-К и на ШИН-К выдается байт с нулевым состоянием всех разрядов. Дальнейшие действия в канале аналогичны действиям при выполнении операции СЧИТАТЬ.

Временная диаграмма работы буфера данных при выполнении операции ЗАПИСАТЬ показана на рис. 6.19.

6.3.4. Передача данных между буфером данных канала и оперативной памятью

Так как оперативная память имеет двухбайтовую структуру, то за один цикл обращения к ней считывается или записывается два байта информации. Поэтому обмен данными между оперативной памятью и буфером данных канала производится по два байта, но в некоторых случаях – по одному. Два байта данных передаются (ПРД2БТ) при выполнении одного из условий, указанных в табл. 6.3; один байт данных (ПРД1БТ) – при выполнении одного из условий, указанных в табл. 6.4.

Таблица 6.3

Выполняемая операция	Значение счетчика байт	Адрес данных	Состояние регистра буфера
СЧИТАТЬ	>1	Четный	Полный РФО и РФ1
ЗАПИСАТЬ	>1	Четный	Пустой РФ3 и РФ4
СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ	>1	Нечетный	Полный РФО и РФ1

Таблица 6.4.

Выполняемая операция	Значение счетчика байт	Адрес данных	Состояние регистра буфера
СЧИТАТЬ	>1	Нечетный	Полный РФО
СЧИТАТЬ	=1	Любой	Полный РФО
ЗАПИСАТЬ	>1	Нечетный	Пустой РФ4
ЗАПИСАТЬ	=1	Любой	Пустой РФ4
СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ	>1	Четный	Полный РФО
СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ	=1	Любой	Полный РФО
СЧИТАТЬ	>1	Четный	Полный РФО, КУПР-А и не 2 байта в буфере
СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ	>1	Нечетный	Полный РФО КУПР-А, и не 2 байта в буфере

Если данные передаются по два байта, то информация заносится из оперативной памяти в регистры РФ4 и РФ3 (при выполнении операции ЗАПИСАТЬ) и принимается в оперативную память из регистров буфера данных РФО и РФ1 (при выполнении операции

СЧИТАТЬ И СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ). Если данные передаются по одному байту, то информация передается из оперативной памяти в регистр РФ4 (при выполнении операции ЗАПИСАТЬ) и принимается в оперативную память из регистра РФ0 (при выполнении операций СЧИТАТЬ и СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ).

Занесение информации в буферный регистр данных и выдача ее из буфера показана на рис. 6.4.

По сигналу на передачу одного (ПРД1БТ) или двух байт данных (ПРД2БТ) вырабатывается управляющий признак готовности передачи ГТВПРД (рис. 6.20). По сигналу ГТВПРД, если триггер ТПВЗП не установлен, т. е. нет блокировки записи, устанавливается триггер запроса на аппаратную приостановку ТЗАПРС, по которому в схеме дешифратора запросов (рис. 6.21) формируется общий сигнал аппаратной приостановки селекторных каналов АПРС, поступающий в ЦП.

В каждом машинном такте ЦП проверяет наличие сигнала АПРС и, если он установлен и цикл чтение—обработка—запись завершен, текущая последовательность микрокоманд прекращается и включается генератор тактовых импульсов селекторного канала (СИ). Импульсы серии СИ поступают в оба селекторных канала, но данные передаются только в том канале, в котором установлен сигнал АПРСК1 или АПРСК2.

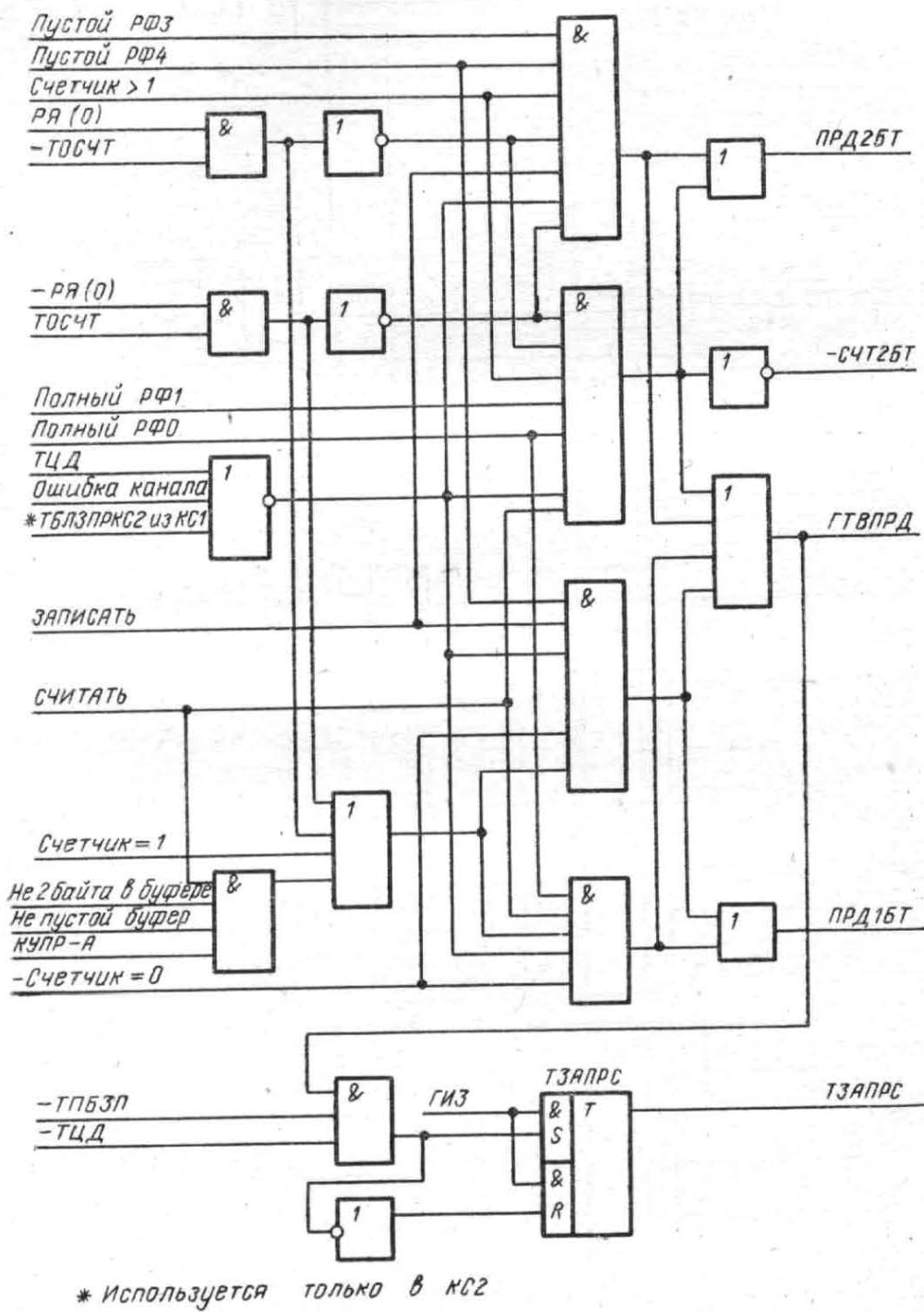


Рис. 6.20. Формирование сигналов передачи одного и двух байт данных и запроса на АПРС

В дешифраторе запросов каналов определяется приоритет запросов первого и второго селекторных каналов в данный момент времени в зависимости от условий возникновения запросов в каналах, а также формируются управляющие сигналы АПРСКС1 и АПРСКС2, поступающие в соответствующие каналы. Эти сигналы определяют канал, который будет вести обмен данными с оперативной памятью.

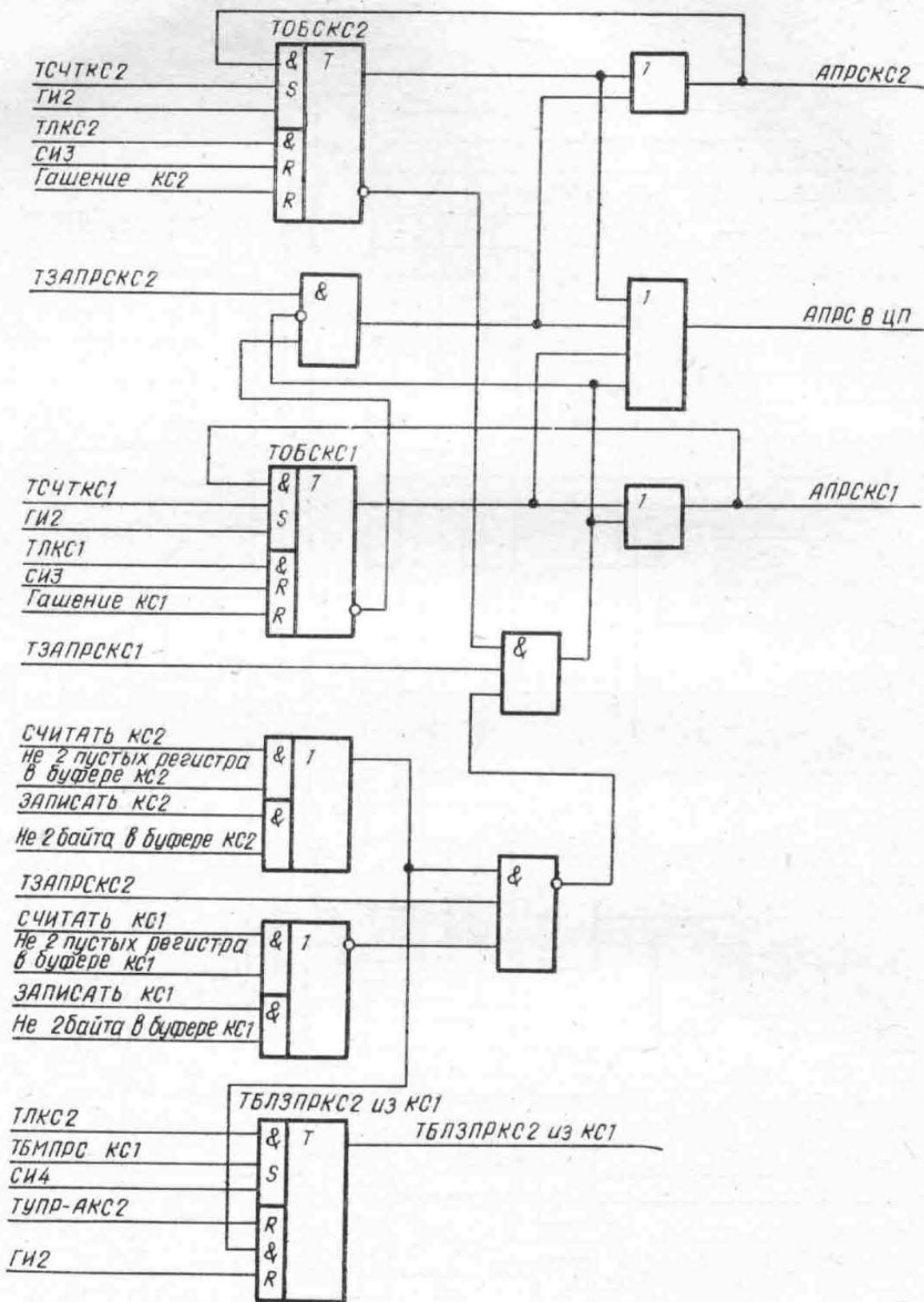


Рис 6.21 Формирование сигнала АПРС (дешифратор запросов каналов)

Приоритет между селекторными каналами при обслуживании данных определяется следующим образом:

первый селекторный канал является более приоритетным, чем второй, если условия установки запросов на аппаратную приостановку в обоих каналах одинаковы;

второй селекторный канал получает приоритет над первым при выполнении операции СЧИТАТЬ, если число байт данных, находящихся в буфере КС, равно 4 или 5 (не два пустых регистра в буфере данных КС2), или операции ЗАПИСАТЬ, если в нем число байт, находящихся в буфере, равно 1 или 0 (не два байта в буфере данных КС2);

каналы обслуживаются в порядке поступления запросов при одновременном появлении запросов на аппаратную приостановку в обоих каналах. При этом для предотвращения вмешательства каналов в работу друг друга при передаче данных одним каналом имеются триггеры ТОВСК1 и ТОВСК2 (см. рис. 6.21), поддерживающие запрос канала, уже находящегося в цикле обмена с оперативной памятью, и блокирующие появление АПРС в другом канале.

При одновременной работе обоих каналов время МПРС одного канала удлиняется из-за того, что отдельные циклы оперативной памяти используются для удовлетворения запросов каналов на передачу данных. Учитывая более жесткие требования ко времени выполнения зацеплений по команде для некоторых устройств, подключенных к первому каналу, необходимо ограничивать частоту удовлетворения запросов на передачу данных второго канала в течение выполнения зацепления по команде в первом канале. Для этой цели служит триггер блокировки запроса второго канала первым каналом (ТБЛЗПРК.С2 из КС1), который устанавливается в единичное состояние в такте записи аппаратной приостановки второго канала при установленном триггере ТБМПРСК.С1 и сбрасывается при возникновении срочного запроса во втором канале или по сигналу ТУПР-АК.С2.

При выполнении приостановок данные между оперативной памятью и селекторными каналами обмениваются через регистры РН и РЗ. При четном адресе данных байт, находящийся в оперативной памяти по четному адресу, всегда считывается в регистр РН, а по следующему нечетному—в регистр РЗ; при нечетном адресе данных байт, находящийся в оперативной памяти по нечетному адресу, всегда считывается в регистр РЗ, а по предыдущему четному—в регистр РН.

Для использования после окончания приостановки информации, прочитанной из оперативной памяти до приостановки, байты данных в такте чтения из оперативной памяти при выполнении основной программы принимаются одновременно в основные информационные регистры оперативной памяти РН и РЗ и дополнительные регистры РН1 и РЗ1. После окончания приостановки выполняется специальный холостой такт, в котором содержимое регистров РН1 и РЗ1 передается в регистры РН и РЗ соответственно. Таким образом, восстанавливается содержимое регистров РН и РЗ, т. е. информация, находящаяся в регистрах РН и РЗ, может быть использована в дальнейшем основной программой ЦП.

Длительность приостановки при передаче двух байт данных составляет два такта: такт чтения (стирания) и такт записи; при передаче одного байта—три такта: такт чтения, такт передачи (обработки) и такт записи. После переключения на аппаратную приостановку (запущен генератор импульсов СИ) начинает работать регистр управления передачей данных (рис. 6.22).

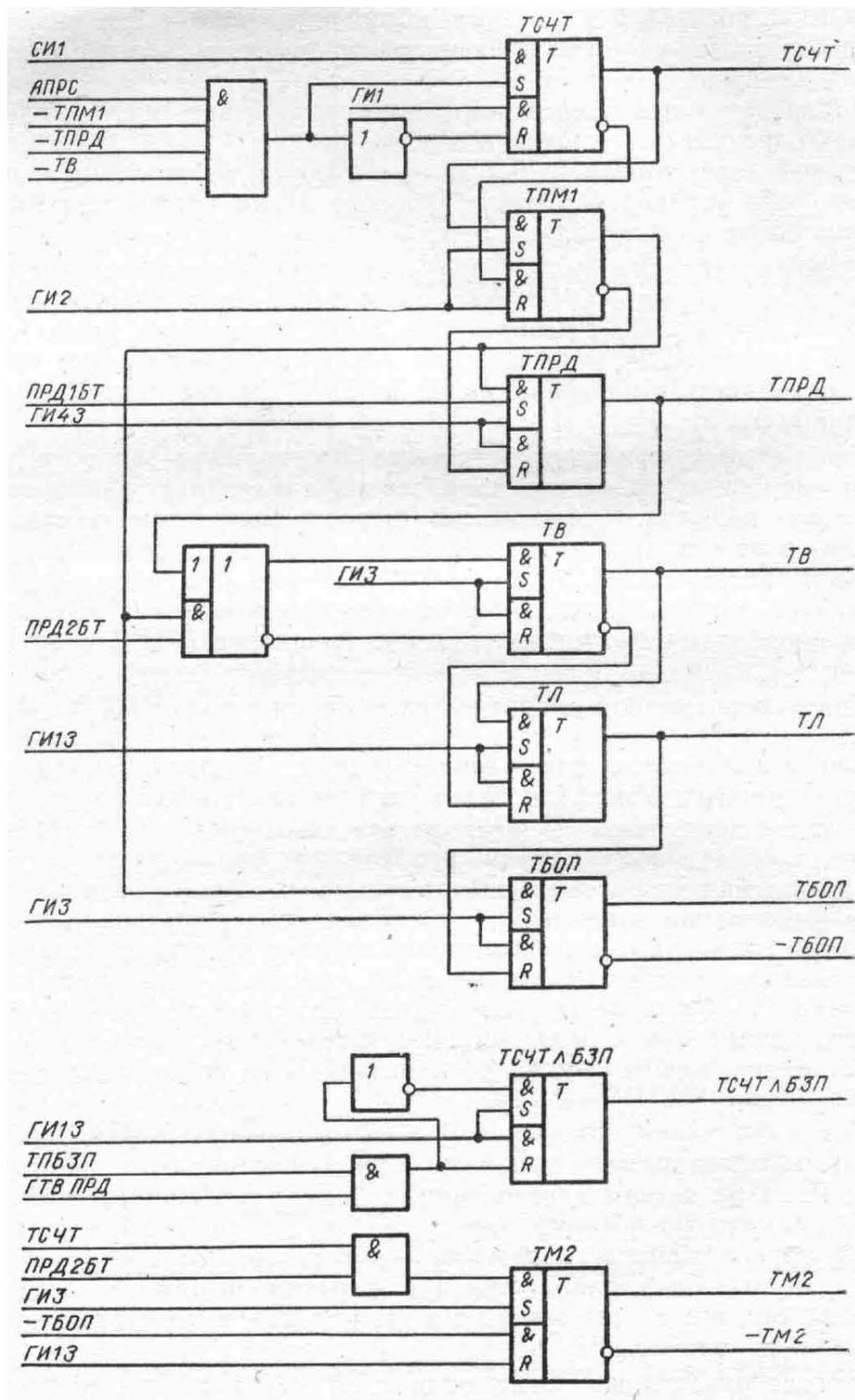


Рис. 6.22. Регистр управления передачей данных

Синхроимпульсом СИ1 первого такта приостановки устанавливается триггер считывания ТСЧТ того канала, для которого установлен сигнал АПРС. По единичному состоянию ТСЧТ синхроимпульсом ГИ2 в дешифраторе запросов каналов устанавливается триггер обслуживания данных канала ТОВС, который запрещает формирование запроса на АПРС другого канала и поддерживает запрос своего канала на время цикла обмена данными с оперативной памятью.

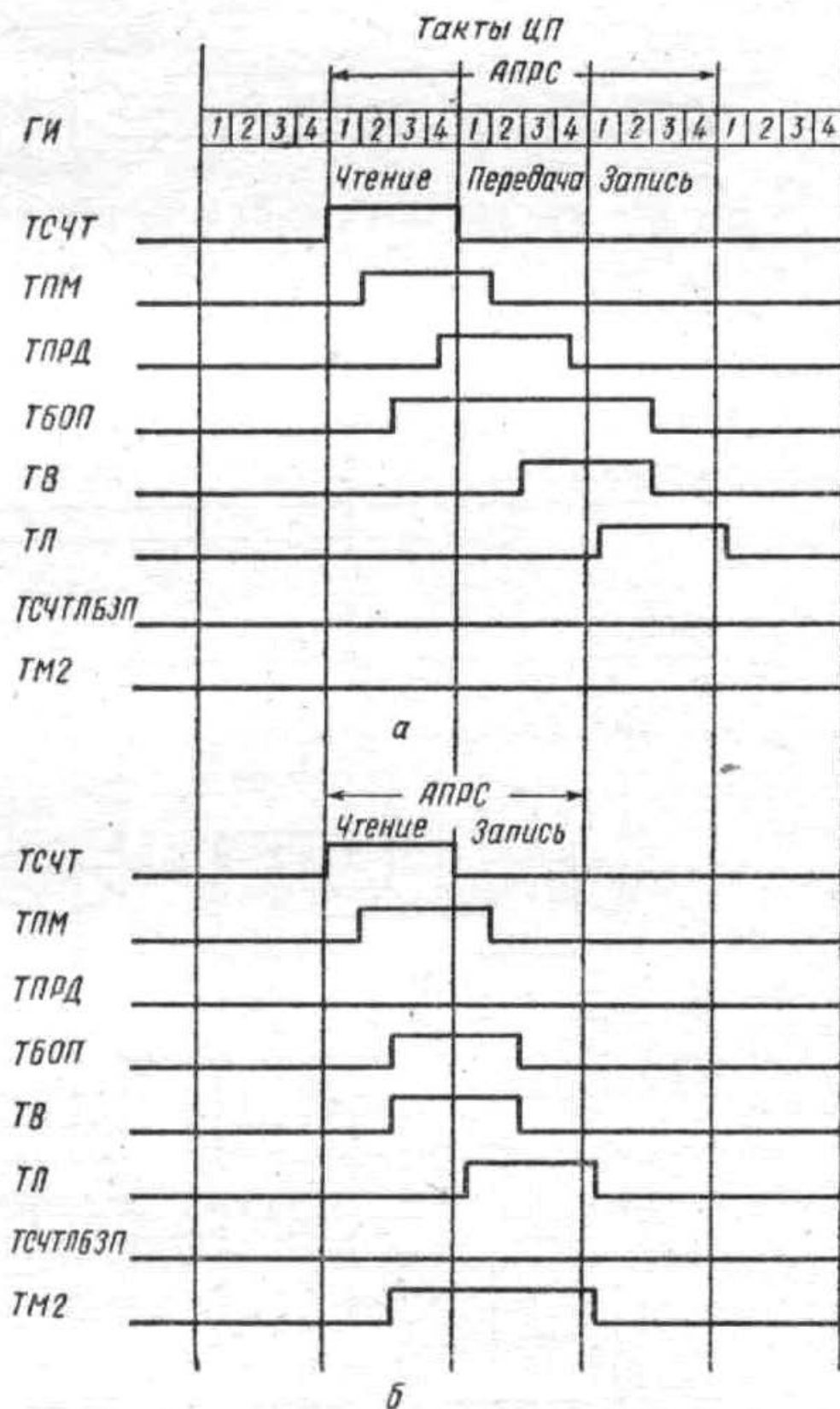


Рис. 6.23. Временная диаграмма работы триггеров регистра управления передачей данных при выполнении приостановки: а – передача 1 байта; б – передача 2 байт

В такте считывания синхроимпульсом ГИ2 устанавливается промежуточный триггер ТМП1, по единичному состоянию которого устанавливается триггер блокировки обращения к оперативной памяти ТВОП, предотвращающий возможность

считывания (стирания) из оперативной памяти в последующих тактах передачи и записи (рис. 6.23).

В любом случае (при передаче одного или двух байт) в такте считывания при отсутствии блокировки обращения к оперативной памяти (ТБОП сброшен) по управляющему сигналу АПРС выдается адрес данных из канала в адресный регистр оперативной памяти по сигналу МН:=РЯ (рис. 6.24). При этом в оперативную память всегда выдается сигнал ЧТЕНИЕ ОП, за исключением передачи двух байт при выполнении команды СЧИТАТЬ, когда в такте чтения вырабатывается сигнал СТИРАНИЕ ОП. Заметим, что при обращении к оперативной памяти для чтения или записи байт данных в нее вместе с сигналами ЧТЕНИЕ (СТИРАНИЕ) ОП или ЗАПИСЬ ОП всегда выдается сигнал ПРИЗНАК ОП.

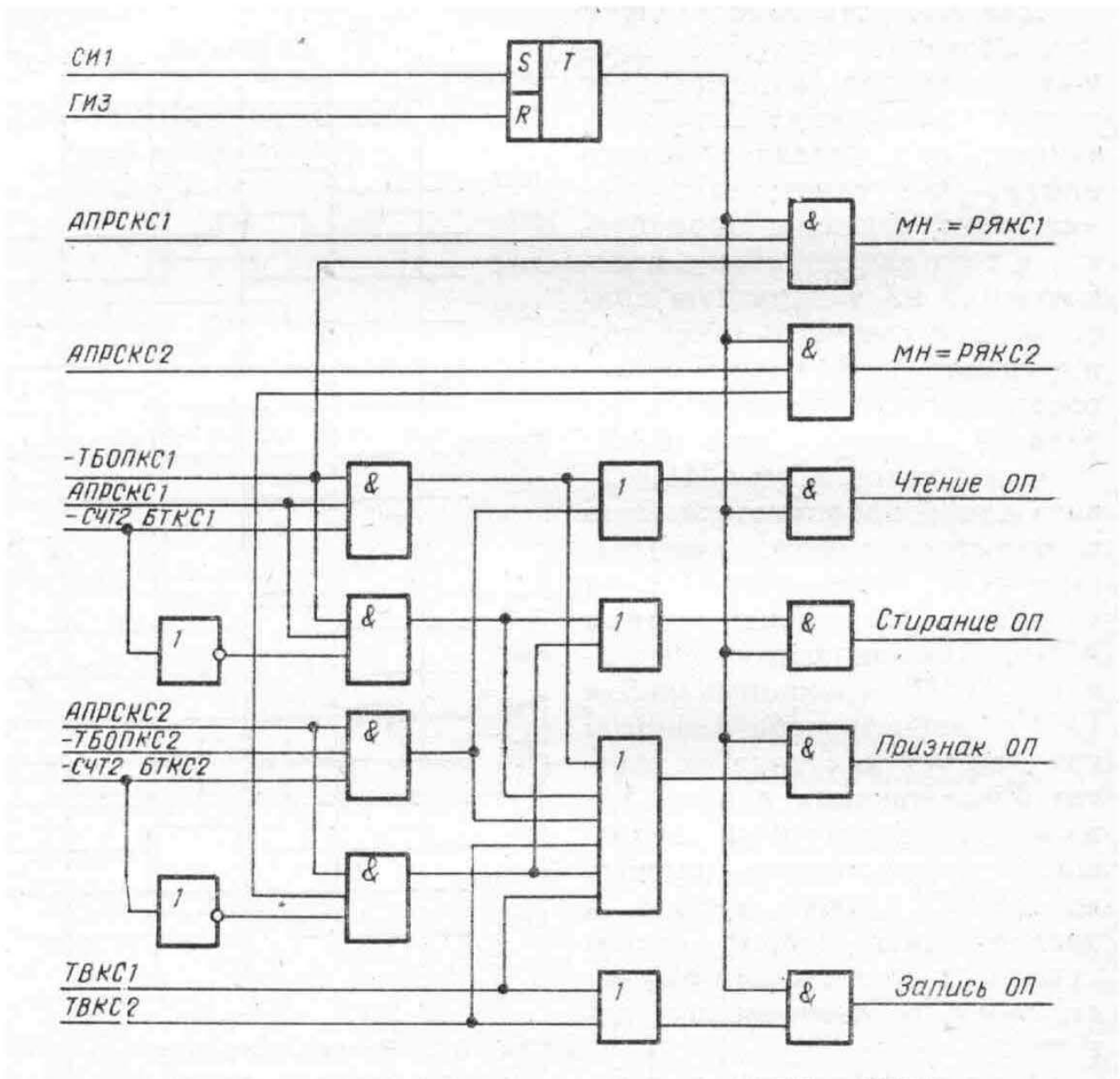


Рис. 6.24. Схема формирования признаков ОП в АПРС

В зависимости от числа байт (ПРД1БТ или ПРД2БТ), передаваемых в течение одной приостановки, после такта чтения устанавливается такт передачи или такт записи.

При передаче одного байта по установленному триггеру ТПМ1 в конце такта чтения импульсом ГИ43 устанавливается триггер передачи ТПРД, сбрасываемый в конце такта передачи импульсом ГИ43. В такте передачи при выполнении операции считывания в ОП байт данных передается из буферного регистра РФО в регистр РН или РЗ по управляющим сигналам РН: = РФО или РЗ:=РФО.

Импульсом ГИЗ в такте передачи (при ПРД1БТ) или такте чтения (при ПРД2БТ) устанавливается триггер записи ТВ, который сбрасывается в такте записи импульсом ГИЗ. При ПРД2БТ в такте чтения импульсом ГИЗ устанавливается триггер ТМ2, сбрасываемый импульсом ГИ13 в такте, следующем за тактом записи. В такте записи импульсом ГИ13 устанавливается на время одного такта триггер ТЛ.

Временная диаграмма выполнения каналом аппаратной приостановки зависит от типа выполняемой операции и показана на рис. 6.25 и 6.26.

Операция СЧИТАТЬ. Передача одного байта данных. В такте ЧТЕНИЕ содержимое регистра адреса данных канала выдается в адресный регистр МН оперативной памяти по управляющему признаку МН:=РЯ. В оперативную память выдается также сигнал ЧТЕНИЕ ОП. Информация из оперативной памяти считывается в регистры РН и РЗ по адресу, находящемуся в регистре МН.

В такте передачи при четном адресе данных канала содержимое буферного регистра РФО передается в регистр РН оперативной памяти по управляющим каналам РН:=РФО и РН:=РНК (рис. 6.27); при нечетном адресе данных—в регистр РЗ оперативной памяти, прием в который осуществляется по управляющим сигналам РЗ: = РФО и РЗ: = РЗК. Буферный регистр РФО в обоих случаях сбрасывается по управляющему сигналу РНЗ: = = РФО.

В такте ЗАПИСЬ в оперативную память выдается управляющий сигнал ЗАПИСЬ

ОП, по которому информация из регистров РН и РЗ записывается в оперативную память по адресу данных канала, находящемуся в регистре МН. По установленному триггеру ТЛ вырабатывается управляющий признак модификации адреса данных и счетчика байт канала МАСЧ, по которому импульсом ГИ4 модифицируется адрес данных канала на +1, а счетчик байт—на -1 при нулевом состоянии триггеров ТМ2 и ТОСЧ.

Операция СЧИТАТЬ. Передача двух байт данных. В такте ЧТЕНИЕ содержимое регистра адреса канала передается по сигналу МН:=РЯ в адресный регистр МН оперативной памяти и в последнюю выдается управляющий сигнал СТИРАНИЕ ОП. По адресу, переданному из канала в регистр МН, информация считывается, но в регистры РН и РЗ не принимается. По установленному триггеру ТСЧТ байты данных из буферных регистров РФО и РФ1 передаются в регистры РН и РЗ. Содержимое регистра РФО передается по сигналу РН: = РФО в регистр РН, а содержимое буферного регистра РФ1—по сигналу РЗ:=РФ1 в регистр РЗ. Информация в регистры РН и РЗ принимается по управляющим сигналам РН: = РНК и РЗ: = РЗ1< соответственно и по импульсу СИ23.

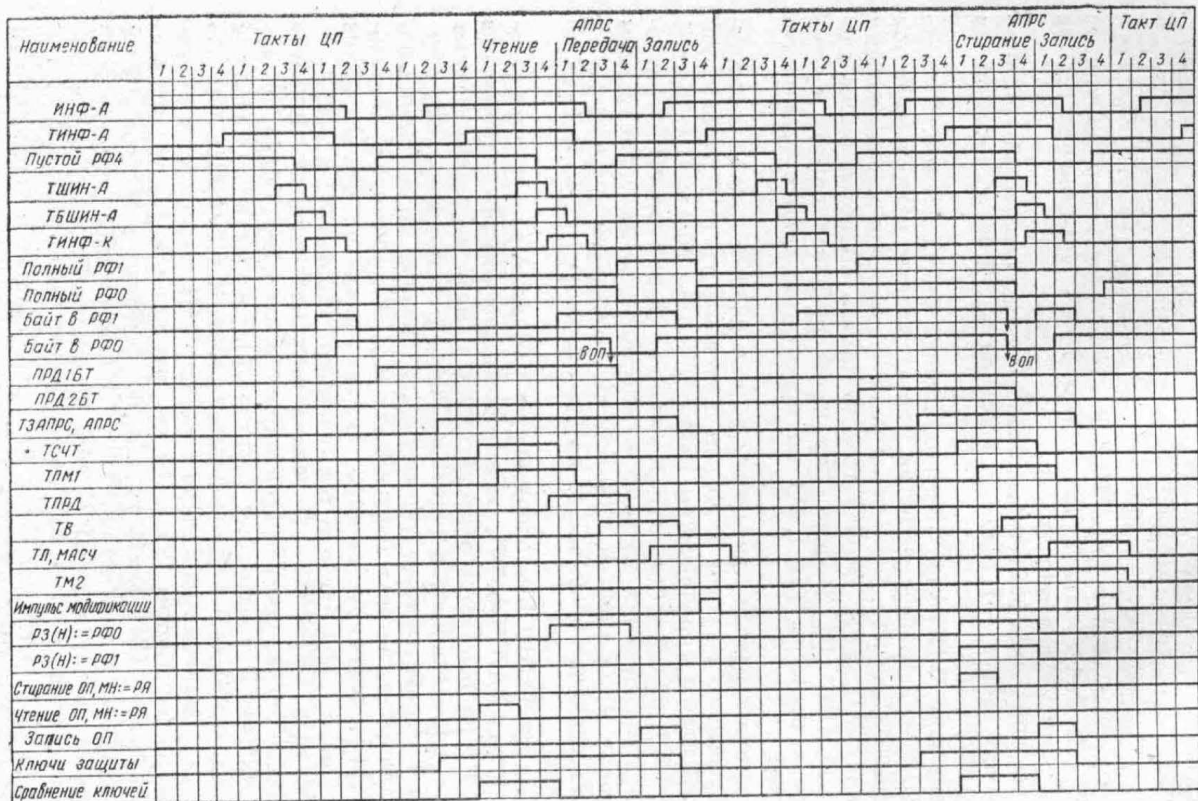


Рис. 6.25. Временная диаграмма работы канала при выполнении операции СЧИТАТЬ

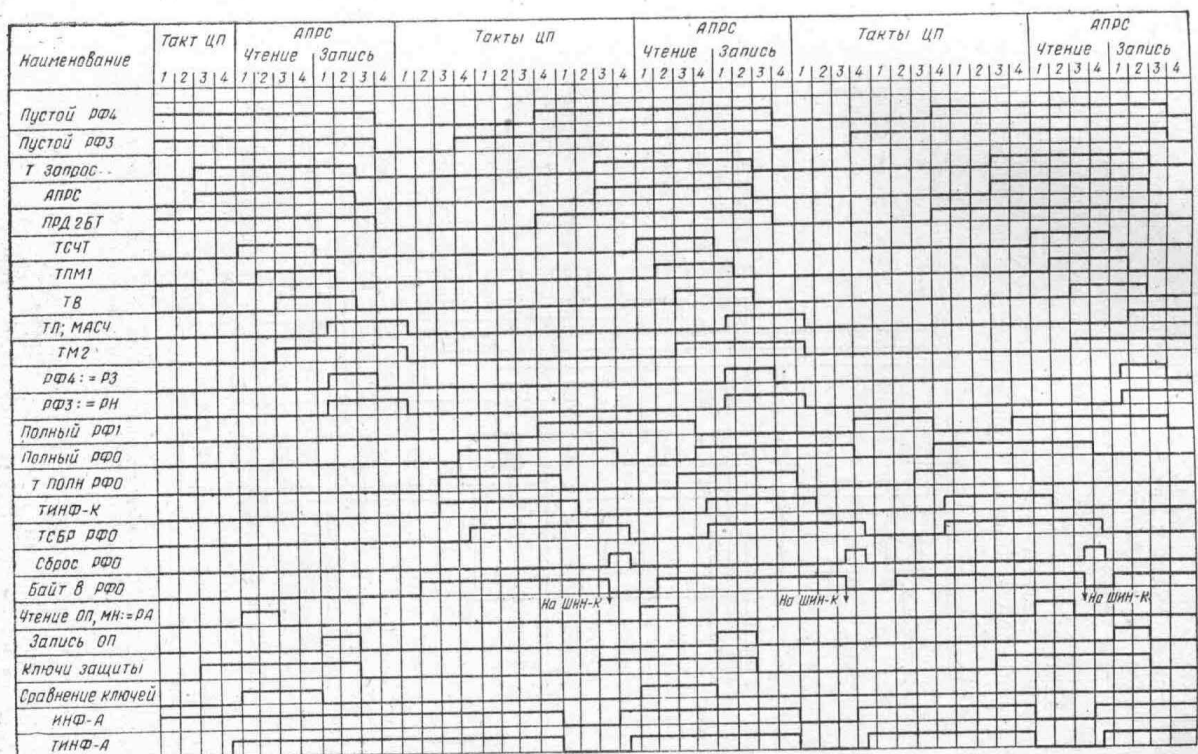


Рис. 6.26. Временная диаграмма работы канала при выполнении операции ЗАПИСАТЬ

В такте ЗАПИСЬ выдается управляющий сигнал ЗАПИСЬ ОП, по которому информация из регистров РН и РЗ записывается в оперативную память по адресу, находящемуся в адресном регистре МН. По установленному триггеру ТЛ вырабатывается управляющий признак модификации адреса данных и счетчика байт

канала МАСЧ. Адрес данных модифицируется на +2 импульсом ГИ4 при единичном состоянии триггера ТМ2 и нулевом состоянии триггера ТОСЧТ. Счетчик байт модифицируется импульсом ГИ4 при единичном состоянии триггера ТМ2.

Операция СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ. Передача одного байта данных. При выполнении команды СЧИТАТЬ

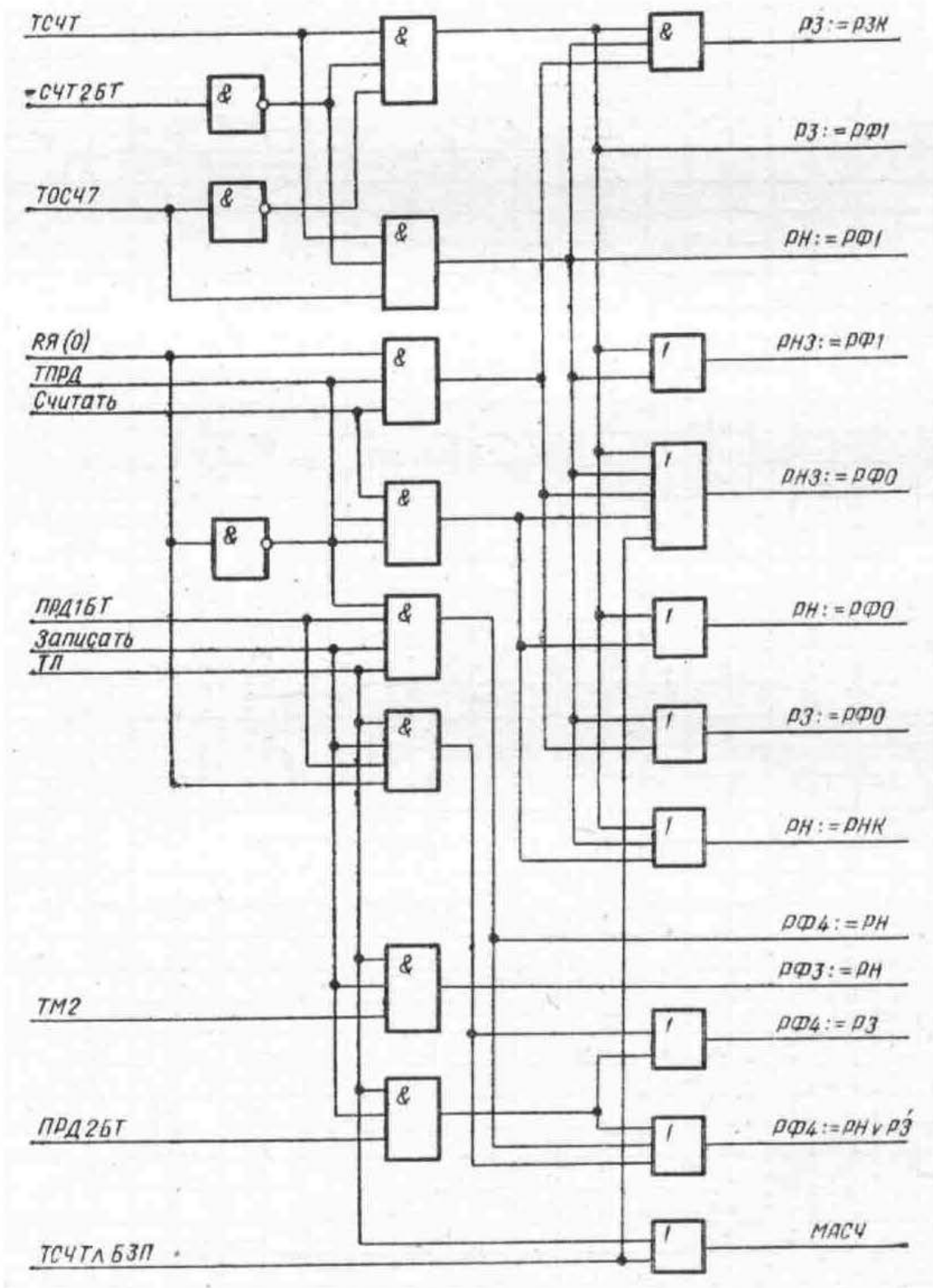


Рис. 6.27. Схема управления передачей данных между буфером данных и оперативной памятью

В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ осуществляются те же действия, что П при выполнении

команды СЧИТАТЬ, но адрес данных уменьшается на -1 (по единичному состоянию триггера 10СЧТ). Счетчик байт модифицируется также на -1 .

Байты данных из буферного регистра РФ0 записываются в оперативную память в порядке убывания ее адресов.

Операция СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ. Передача двух байт данных. Адрес данных при двухбайтовой передаче данных в команде СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ всегда нечетный. В такте ЧТЕНИЕ содержимое регистра адреса данных канала передается по сигналу МН:=РЯ в адресный регистр ОП МН, и в оперативную память выдается управляющий сигнал СТИРАНИЕ ОП. По адресу, выданному в регистр МН из канала, считывается информация из оперативной памяти, но в регистры РН и РЗ не принимается. По установленному триггеру ТОСЧТ байты данных из буферных регистров РФ0 и РФ1 передаются в регистры РН и РЗ. При этом содержимое регистра РФ0 выдается по сигналу РЗ: = РФ0 в регистр РЗ, а содержимое буферного регистра РФ1— по сигналу РН:=РФ1 в регистр РН. Информация в регистры РН и РЗ принимается по управляющим сигналам РН:=РНК и РЗ: = РЗК соответственно.

В такте ЗАПИСЬ в оперативную память выдается управляющий сигнал ЗАПИСЬ ОП, по которому информация, находящаяся в регистрах РН и РЗ, записывается в оперативную память по адресу, переданному из канала в адресный регистр МН. По установленному триггеру ТЛ вырабатывается управляющий признак модификации адреса данных и счетчика байт канала МАСЧ, по которому импульсом ГИ4 адрес данных модифицируется на -2 при единичном состоянии триггеров ТМ2 и ТОСЧТ, а счетчик байт— по сигналам ГИ4 и ТМ2.

Операция ЗАПИСАТЬ. Передача одного байта данных. В такте ЧТЕНИЕ содержимое регистра адреса данных канала передается по сигналу МН:=РЯ в адресный регистр ОП РМН, в оперативную память выдается управляющий сигнал ЧТЕНИЕ ОП. По адресу, переданному в регистр МН, информация считывается из оперативной памяти в регистры РН и РЗ.

В такте ЗАПИСЬ по установленному триггеру ТЛ при четном адресе данных канала содержимое регистра РН выдается в буферный регистр РФ4 по сигналу РФ4:=РН (см. рис. 6.27). Выдается также управляющий сигнал ЗАПИСЬ ОП, по которому информация из регистров РН и РЗ записывается в оперативную память по адресу, находящемуся в регистре МН. При нечетном адресе данных канала содержимое регистра РЗ выдается в буферный регистр РФ4 по сигналу РФ4:=РЗ. Байты данных в буферный регистр РФ4 заносятся по управляющим сигналам РФ4:=РН или РФ4:=РЗ импульсом ГИ23. По установленному триггеру ТЛ вырабатывается управляющий признак модификации адреса данных канала и счетчика байт канала МАСЧ, по которому импульсом ГИ4 модифицируется адрес данных на $+1$ и счетчик байт на -1 при нулевых состояниях триггеров ТМ2 и ТОСЧТ (см. рис. 6.7).

Операция ЗАПИСАТЬ. Передача двух байт данных. Адрес данных при двухбайтовой передаче данных в операции записи всегда четный.

В такте ЧТЕНИЕ содержимое регистра адреса данных канала выдается по сигналу МН:=РЯ в адресный регистр оперативной памяти МН, и в оперативную память выдается управляющий сигнал ЧТЕНИЕ ОП. По адресу данных канала, находящемуся в регистре

МН, информация из оперативной памяти считывается в регистры РН и РЗ.

В такте ЗАПИСЬ в оперативную память выдается управляющий сигнал ЗАПИСЬ ОП, по которому информация, принятая в регистры РН и РЗ, записывается в оперативную память по адресу, находящемуся в адресном регистре МН. Содержимое регистров РН и РЗ передается в регистры РФЗ (РФЗ:=РН) и РФ4 (РФ4:=РЗ) соответственно. По установленному триггеру ТЛ вырабатывается управляющий признак модификации адреса данных и счетчика байт МАСЧ, по которому импульсом ГИ4 модифицируется адрес данных канала на +2 при единичном состоянии триггера ТМ2 и нулевом состоянии триггера ТОСЧТ. Счетчик байт модифицируется на -2 при установленном триггере ТМ2.

Операции СЧИТАТЬ и СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ с блокировкой записи в ОП. Эти операции выполняются как обычные операции считывания, за исключением того, что данные из буферных регистров РФ0 и РФ1 не передаются в оперативную память, т. е. запрос на доступ к памяти не вырабатывается, следовательно, нет необходимости проверять четность или нечетность адресов, так как адрес в этих операциях не используется для выдачи в оперативную память.

По управляющему сигналу ГТВПРД при установленном триггере ТПВЗП (см. рис. 6.22) импульсом ГИ13 устанавливается триггер ТСЧТ/\ВЗП, при единичном состоянии последнего вырабатывается управляющий признак модификации адреса данных и счетчика байт МАСЧ, по которому импульсом ГИ4 модифицируется счетчик байт на -1 и адрес данных на +1 в операции считывания и на -1 в операции обратного считывания.

По установленному триггеру ТСЧТ А ВЗП также вырабатывается управляющий сигнал РНЗ:=РФ0, по которому импульсом ГИЗЗ сбрасывается буферный регистр РФ0. После сброса этого регистра снимается управляющий сигнал ГТВПРД и очередным импульсом ГИ13, т. е. через один такт после установки сбрасывается триггер ТСЧТ /\ ВЗП. По мере заполнения буферного регистра РФ0 вновь появляется сигнал готовности передачи ГТВПРД и все предыдущие действия повторяются.

6.3.5. Окончание операций ввода – вывода

При счетчике байт данных, равном нулю, выполнение операции под управлением текущего КСК заканчивается и наступает либо третий этап в выполнении операции ввода – вывода (окончание операции и передача в канал байта состояния, выполнение ЦК), либо выполняется зацепление по данным, если в канале установлен признак ЦД. Завершение операции ввода – вывода и зацепление по данным осуществляются микропрограммно и для вызова выполнения микропрограммы канала в последнем устанавливается запрос на микропрограммную приостановку –МПРС, и в регистре КП формируется код типа МПРС.

6.3.6. Микропрограммная приостановка

Сигнал запроса на МПРС в канале может возникнуть в следующих случаях:

по сигналу КУПР-А при завершении операции ввода – вывода или зацеплении по команде;

по сигналу УПР-А, когда байт состояния в канал передается

по сигналу ТРЕ-А;

по установленному в канале триггеру ТЦД;

при обнаружении ошибок в работе канала и интерфейса (по триггеру ТУМПС).

Установка запроса на МПС в канале и формирование соответствующих признаков показаны на рис. 6.28.

Сигнал МПС поступает (рис. 6.29) в дешифратор запросов на микропрограммную приостановку, где определяется приоритет среди запросов всех каналов и формируется общий сигнал микропрограммной приостановки ТМПС, который поступает в ЦП. Если дешифратор запросов на МПС определяет запрос одного из селекторных каналов, то он формирует сигнал $RVC1:=РАП$ (для КС1) или сигнал $RVC2:=РАП$ (для КС2), поступающий в регистр признаков канала КП, и общий сигнал $RVC:=РАП$, выдаваемый в ЦП.

Приоритет запросов на микропрограммную приостановку следующий: первый селекторный канал, второй селекторный канал, мультиплексный канал. Микропрограммная приостановка мультиплексного канала может быть прервана микропрограммной приостановкой селекторного канала. Так как в ЦП содержится только один регистр RVC, то микропрограммная приостановка второго селекторного канала не может быть прервана микропрограммной приостановкой первого селекторного канала.

К первому селекторному каналу подключаются обычно более быстродействующие устройства (например, магнитные диски), имеющие ограниченное время ожидания получения новых команд в некоторых последовательностях цепочек команд. Поэтому первый селекторный канал формирует сигнал предварительного запроса на обслуживание в тот момент, когда ему остается передать под управлением текущего КСК 15 или меньше байт. Предварительный запрос блокирует возможность установки ТМПС по сигналу МПСКС2 на время ожидания установки и удовлетворения запроса первого селекторного канала на обслуживание.

По установленному триггеру ТМПС ЦП прерывает текущую последовательность микрокоманд, если цикл чтение—обработка — запись завершен, и переключается на выполнение холостого такта.

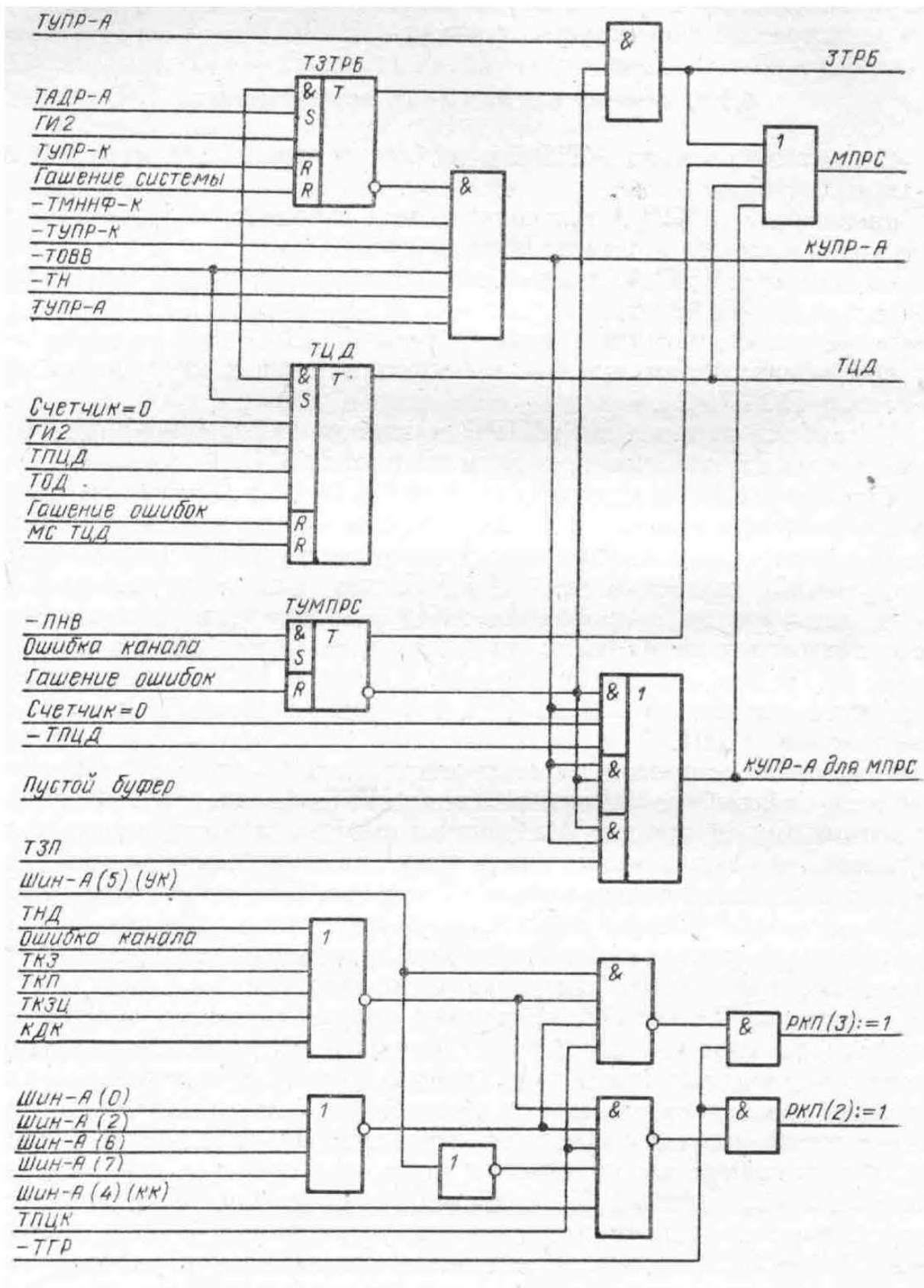


Рис. 6.28. Формирование признаков микропрограммной приостановки

В холостом такте содержимое РАПП передается в РВС по управляющему сигналу $РВС:=РАПП$, в РАПП заносится фиксированный начальный адрес микропрограммы селекторных каналов 007 а в разряды 0–3 регистра признаков канала КП по сигналам $РВС1:=РАПП$ или $РВС2:=РАПП$ (рис. 6.30) заносится код (табл. 6.5), определяющий

причину микропрограммного прерывания.

Таблица 6.5.

Разряды регистра РКП				Признаки
0	1	2	3	
1	1	1	1	Цепочка данных
0	1	0	1	КУПР-А и в байте состояния имеется КАНАЛ КОНЧИЛ + ЦЕПОЧКА КОМАНД
0	1	1	0	КУПР-А и в байте состояния имеется ВУ КОНЧИЛО + ЦЕПОЧКА КОМАНД
0	1	0	0	КУПР-А и в канале установлена граница зацепления
0	1	1	1	КУПР-А и нет других условий
1	0	1	X	Состояние ВУ, переданное по ТРБ-А
0	0	1	1	Ошибка в канале

Для блокировки повторного микропрограммного прерывания устанавливается триггер ТБМПРСК1 или триггер ТБМПРСК2 по управляющим сигналам РВС1:=РАПП или РВС2:=РАПП соответственно, которые находятся в единичном состоянии до конца выполнения микропрограммы канала.

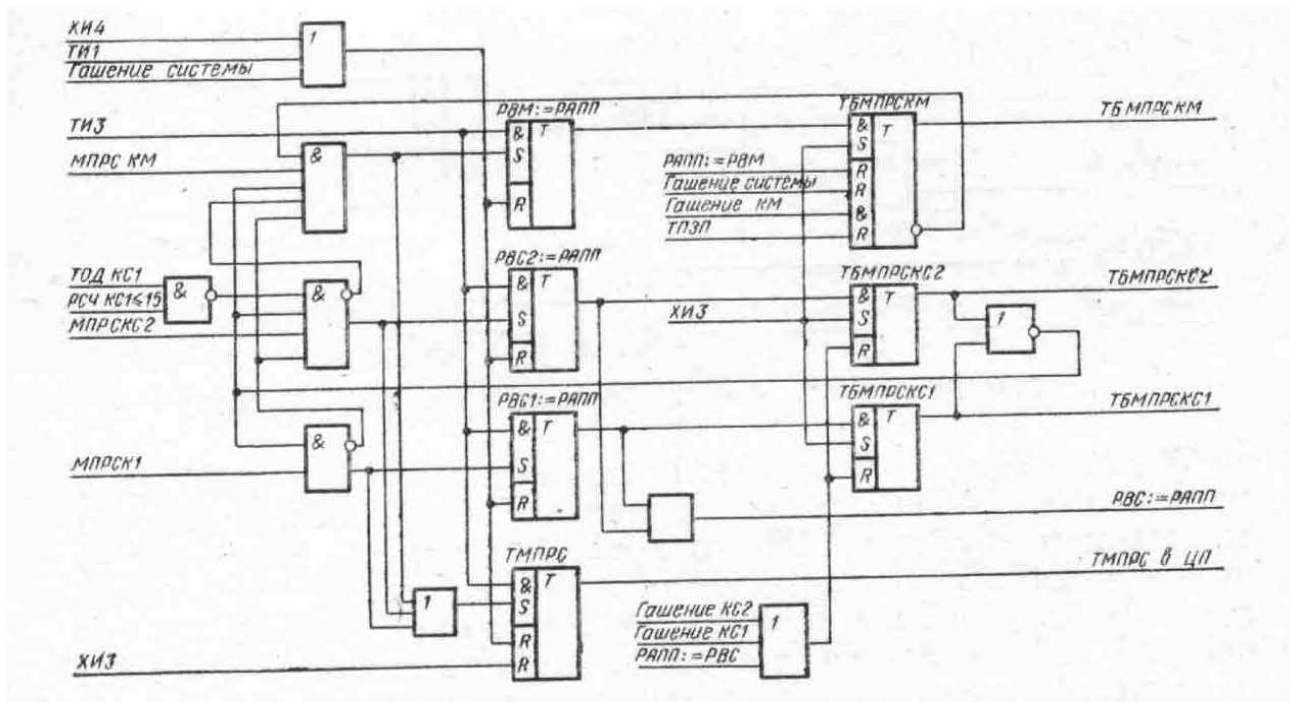


Рис. 6.29. Дешифратор запросов на МПРС

Выполнение микропрограммной приостановки начинается с разгрузки содержимого регистров (Н, З, ВС, БА, ВЗ, П, Т, У) ЦП в локальную память (рис. 6.31) После этого содержимое регистра КП передается на вход В арифметического блока и анализируется 7 разряд (ТБМПРСК1). Если триггер ТБМПРСК1 установлен, то требует обслуживания первый селекторный канал, а если сброшен – второй селекторный канал. В регистре ВС устанавливается признак соответствующего канала, а в регистре признаков РП-триггер ТОВМК1 или триггер ТОВМК2.

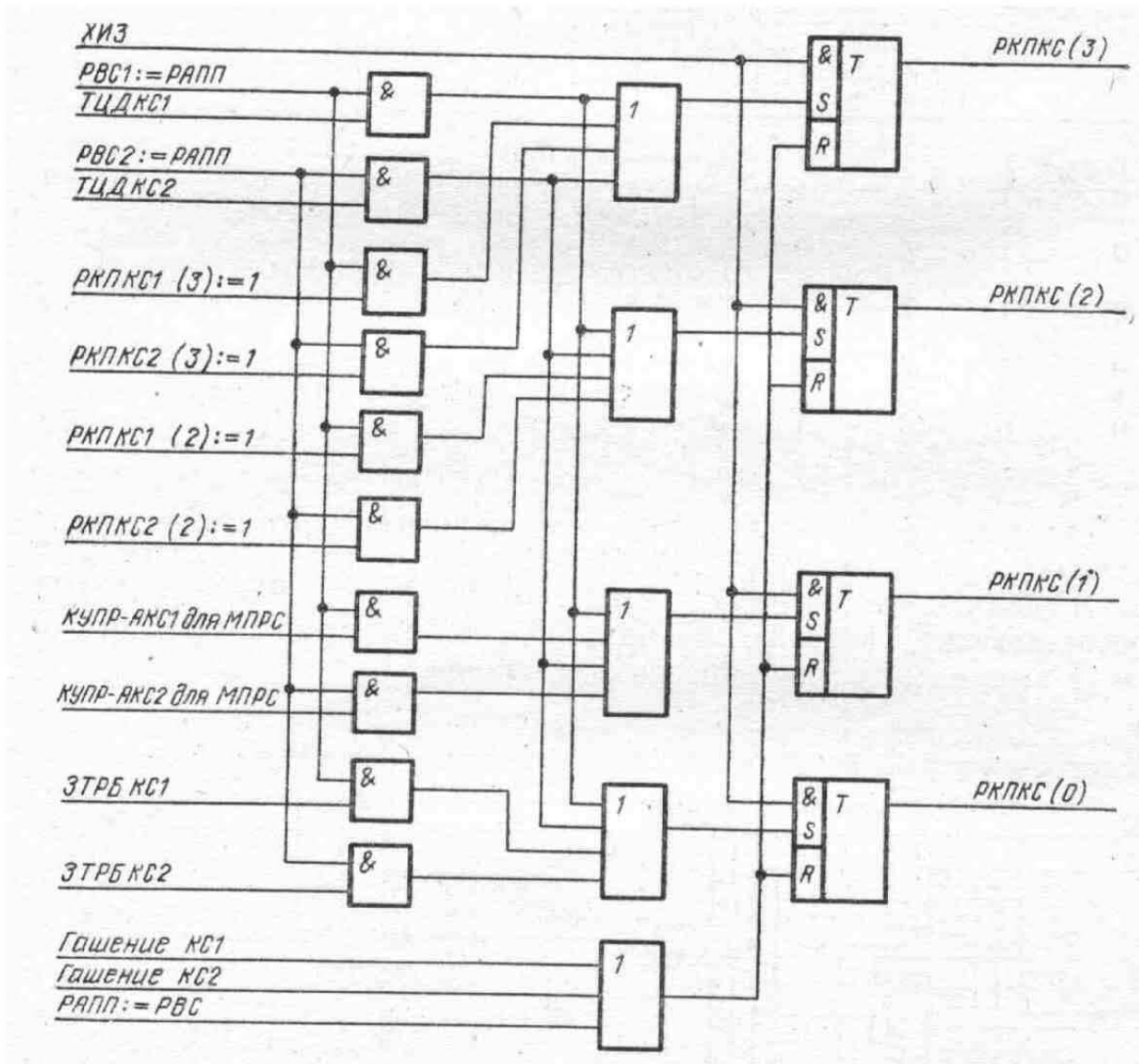


Рис. 6.30. Регистр КП. Формирование кода признака МПРС

ТОБМ канала сбрасывается после выполнения собственно микропрограммы обслуживания канала перед восстановлением содержимого регистров ЦП из локальной памяти. Этот триггер используется при локализации аппаратных ошибок. После установки ТОБМ канала в регистре РП содержимое регистра КП передается на вход В арифметического блока по сигналу РВ:=РКП и осуществляется функциональный переход в зависимости от содержимого разрядов 0–3 регистра КП (см. табл. 6.5).

Зацепление по данным. Установленный код 1111 в регистре КП указывает на условие ЦД и приводит к продолжению операции ввода – вывода с использованием новой области оперативной памяти, заданной в новом КСК, адрес которого находится в локальной памяти в УСУ0–УСУ2. Алгоритм выполнения ЦД показан на рис. 6.31.

Адрес нового КСК считывается из УСУ0–УСУ2 и располагается в регистре ПТУ ЦП. По адресу в регистре ПТУ содержимое нового КСК считывается из оперативной памяти, заносится в регистры ЦП и анализируется на наличие в КСК кода команды ПВК. Если в КСК задана команда ПВК, то адрес данных, указанный в этом КСК, передается в регистр ПТУ и используется как адрес следующего нового КСК. Новое КСК считывается из оперативной памяти и также анализируется на код команды ПВК.

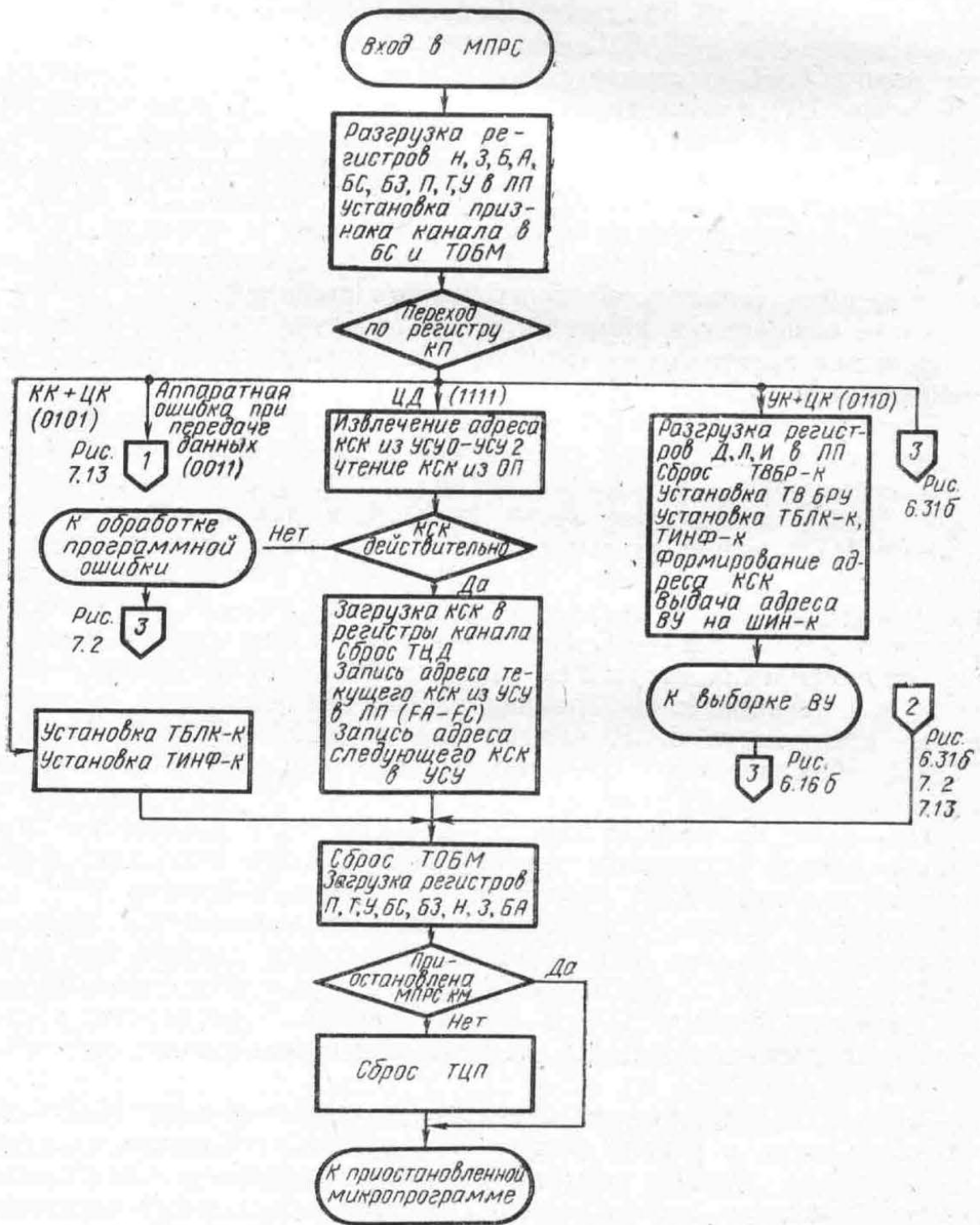
Если в этом КСК обнаружена команда ПВК или другие программные ошибки (аналогично программным ошибкам КСК, считанного при выполнении команды S/0), то осуществляется переход к обработке программных ошибок, т. е. зацепление по данным не производится.

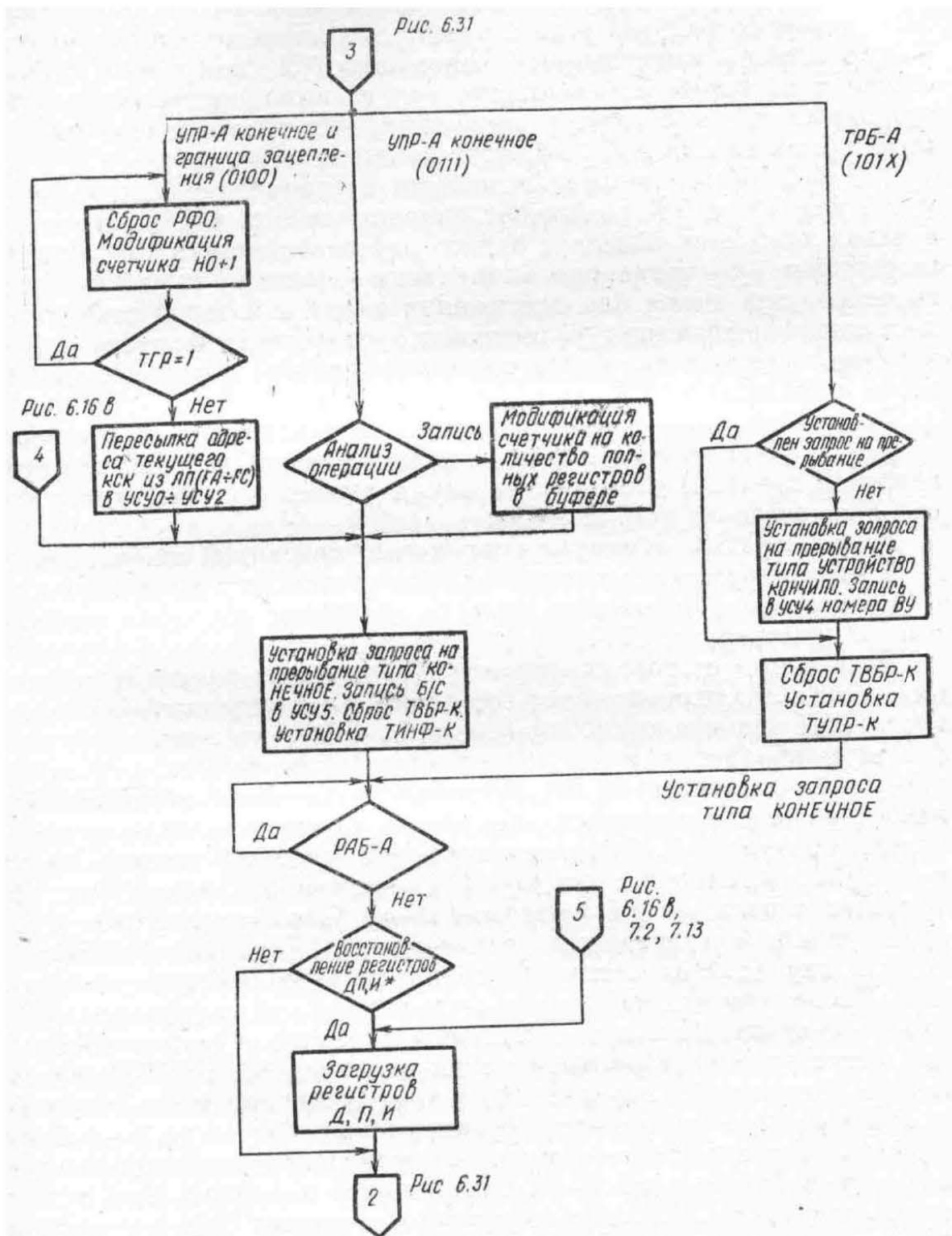
Если же в новом КСК отсутствуют команда ПВК и другие программные ошибки, то содержимое КСК загружается в регистры селекторного канала (подканал), т. е. формируется новое УСУ. После завершения загрузки КСК в канал сбрасывается триггер ТЦД, разрешая тем самым доступ к оперативной памяти для передачи данных между буфером данных канала и оперативной памятью. Адрес текущего КСК из УСУ0–УСУ2 записывается в ячейки FA – EC локальной памяти (на случай неудавшегося зацепления, когда УВУ заканчивает операцию ввода – вывода при установленной границе зацепления в канале), а затем адрес следующего КСК помещается в УСУ0 – УСУ2.. Триггер ТОВМ сбрасывается, содержимое регистров ЦП восстанавливается из локальной памяти.

При выполнении операции ЗАПИСАТЬ, если в регистре признаков канала установлен триггер ТПЦД, когда последний байт данных текущего КСК передается в буферный регистр РФ4 из оперативной памяти, в буфере данных устанавливается граница зацепления (триггер ТГР), которая разделяет данные текущего КСК и нового КСК (КСК, прочитанного в результате зацепления по данным). Триггер ТГР в буфере данных сбрасывается после передачи последнего байта данных под управлением текущего КСК в УВУ.

Если УВУ заканчивает операцию и выдает в канал байт состояния, когда в канале установлена граница зацепления, то зацепление по данным, которое было произведено в канале при РСЧ=0, должно быть отменено. Поэтому в канале при возникновении такого условия (КУПР-А и граница зацепления) устанавливается запрос на микропрограммную приостановку, а в регистре КП формируется код 0100.

Микропрограммно подсчитывается число оставшихся байт данных текущего КСК в буфере данных и записывается в регистр счетчика байт для последующей записи в ССК. Адрес текущего КСК пересылается из ячеек FA-FC локальной памяти в УСУ0–УСУ2, байт состояния ВУ принимается с ШИН-А и записывается





* Анализируется код (0110) в регистре КЛ, т.е. выполнялось ли зацепление по УК+ЦК

б

Рис. 6.31. Алгоритм выполнения МПРС: а—начало; б — продолжение

УСУ5 в канале устанавливается запрос на прерывание типа КОНЕЧНОЕ. Триггер ТОВМ канала сбрасывается, содержимое регистров ЦП восстанавливается из локальной памяти и осуществляется возврат к приостановленной микропрограмме.

Передача состояния. Операция ввода-вывода на ВУ всегда заканчивается

выдачей в канал байт состояния, в которых указывается степень завершенности операции (КК или КК и УК) и сведения об ошибках, возникших при ее выполнении, причем последовательность сигналов окончания операции ввода – вывода может быть начата либо ВУ, либо каналом.

Когда УВУ инициирует окончание операции, то, как правило, указатели КК и УК возникают одновременно и для их передачи в канал требуется передача одного байта состояния. Когда канал инициирует окончание операции ввода–вывода, то УВУ может потребоваться время для достижения точки, в которой становится доступной информация о состоянии устройства. В этом случае в канал выдаются два байта состояния: сначала с указателем КК, затем с указателем УК.

Возможны три случая окончания операции ввода–вывода:

канал обнаруживает конец операции раньше, чем ВУ достигло конечной точки. В этом случае канал выдает последовательность сигналов останова (см. п. 3.4.2);

канал и УВУ обнаруживают конец операции одновременно;

УВУ обнаруживает конец операции раньше, чем канал. Во втором и последнем случаях окончание операции ввода – вывода инициирует УВУ.

Независимо от того, канал или ВУ начинает окончание операций, канал анализирует байт состояния ВУ и устанавливает в регистре КП код приостановки (см, табл. 6.5) и устанавливает запрос на микропрограммную приостановку. В зависимости от содержимого байта состояния ВУ операция ввода–вывода может быть закончена или выполняться зацепление по команде, если в канале указан признак ЦК. Если признака ЦК нет и ВУ выдало конечный байт состояния, содержащий указатели КК или КК и УК, то канал в регистре КП (разряды 0–3) устанавливает код 0111, означающий, что операция ввода–вывода в канале завершена. В этом случае байт состояния обрабатывается следующим образом. После завершения последовательности разгрузки содержимого регистров ЦП анализируется код операции в канале (6-й разряд регистра РД). При выполнении операции ЗАПИСАТЬ содержимое регистра РД передается на вход В арифметического блока и анализируется состояние буфера данных (разряды 0–4 РД). При наличии в буфере байт данных модифицируется содержимое счетчика байт на число байт, находящихся в буфере. При выполнении операции СЧИТАТЬ содержимое счетчика байт не модифицируется.

В регистре БР ЦП устанавливается запрос на прерывание по вводу–выводу (РБР(4) := 1 для первого селекторного канала и РБР(6) := 1 для второго канала). В разрядах признаков УСУЗ селекторного канала устанавливается код 11, указывающий на то, что в канале установлено прерывание типа КОНЕЧНОЕ. Байт состояния ВУ передается на вход В арифметического блока и записывается в УСУ5 (в разряды состояния). Триггер ТВБР-К сбрасывается и устанавливается триггер ТИНФ-К. УВУ отключается от канала, восстанавливается содержимое регистров ЦП из локальной памяти и осуществляется возврат к приостановленной микропрограмме.

При необходимости УВУ передать байт состояния с указателем УК и оно не подключено логически к каналу УВУ устанавливает на линии интерфейса сигнал ТРБ-А. В ответ на сигнал ТРБ-А канал аппаратно посылает сигналы РВБ-К и ВБР-К на соответствующие линии интерфейса, т. е. начинает последовательность сигналов,

вводимую УВУ, после чего УВУ помещает байт состояния ВУ на ШИН-А и выдает сигнал УПР-А. Канал анализирует байт состояния ВУ, аппаратно устанавливает в регистре КП код 1011 или 1010 и формирует запрос на МПРС, которая выполняется аналогично описанному выше.

После завершения последовательности разгрузки содержимого регистров ЦП в локальную память определяется установление запроса на прерывание по ввод-выводу в регистре БР ЦП. При отсутствии запроса устанавливается соответствующий триггер в регистре БР, а в УСУ4 записывается адрес ВУ. Затем осуществляется переход к передаче на линии интерфейса последовательности сигналов ЗАПОМНИТЬ СОСТОЯНИЕ (см. п. 3.4.2): устанавливаются триггеры ТСБРВБР-К и ТУПР-К. После этого канал ожидает отсоединения УВУ от канала (т. е. сброса сигнала РАБ-А). Содержимое регистров ЦП восстанавливается из локальной памяти и последовательность микрокоманд ЦП продолжается (см. рис. 6.316).

Зацепление по команде. Когда операция ввода-вывода под управлением текущего КСК завершается и УВУ передает в канал байт состояния, канал устанавливает запрос на МПРС и формирует при установленном в канале признаке ЦК один из кодов МПРС: 0101 (если байт состояния содержит только указатель КК); ОНО (если байт состояния содержит только указатель УК). Этот код заносится аппаратно в регистр КП в момент выхода на МПРС и используется для выполнения зацепления по команде в зависимости от наличия указателей в байте состояния. Алгоритм выполнения зацепления показан на рис. 6.31.

В начале выполнения МПРС содержимое регистров ЦП, используемых микропрограммой канала, загружается в локальную память и анализируется код в регистре КП. Если в регистр КП занесен код 0101, то устанавливаются триггеры ТВЛК-К и ТИНФ-К, т. е. ВУ сообщается о ЦК, восстанавливается содержимое регистров ЦП из локальной памяти и осуществляется возврат к приостановленной микропрограмме процессора. Зацепление по команде будет выполняться при выдаче ВУ в канал байта состояния с указателем УК и при отсутствии указания об ошибке в ВУ и канале.

Если в регистр КП занесен код ОНО, осуществляется переход к выполнению зацепления по команде: дополнительно разгружаются регистры Д, Л, И, сбрасывается триггер ТВВР-К и устанавливаются триггеры ТВВРУ, ТВЛК-К, ТИНФ-К. Адрес КСК считывается из УСУ0-УСУ2 и засылается в регистр ПТУ ЦП для чтения КСК. Если в байте состояния ВУ указан разряд модификатора, то адрес КСК в регистре ПТУ увеличивается на +8. Адрес ВУ, считанный из УСУ4, через буфер данных выдается на ШИН-К, и осуществляется переход к выполнению последовательности сигналов начальной выборки ВУ. При этом, если интерфейс свободен (ПСИФ=1) устанавливается триггер ТА.ДР-К и анализируется КСК а на действительность. Если КСК а действительно и УВУ установило сигналы РАБ-А и АДР-А, то код команды выдается на ШИН-К, проверяется на действительность КСКб и содержимое КСК загружается в регистры канала (подканал). Адрес следующего КСК записывается в УСУ0-УСУ2.

Если в ответ на команду от канала (сигнал УПР-К) получен нулевой байт состояния ВУ (будет выполняться операция с передачей данных), то устанавливаются

триггеры ТОД, ТИНФ-К и осуществляется переход к восстановлению регистров ЦП из локальной памяти. Если ВУ при выполнении зацепления была выдана команда типа УПРАВЛЕНИЕ, то байт состояния ненулевой. В этом случае:

а) если в байте состояния ВУ установлен только один признак КК, а в регистре признаков указан признак ЦК, в канале устанавливаются триггеры ТБЛК-К и ТИНФ-К и осуществляется переход к восстановлению регистров ЦП из локальной памяти. Для выполнения зацепления по команде ожидается байт состояния с указателем УК;

б) если в байте состояния ВУ имеется признак УК и не указана ошибка в байте состояния ВУ и канала, а в регистре признаков установлен признак ЦК, то осуществляется переход к выполнению зацепления по команде;

в) если в байте состояния ВУ или канала указана ошибка или в регистре признаков не установлен признак ЦК, то осуществляется переход к установке запроса на прерывание типа КОНЕЧНОЕ и восстановлению регистров ЦП из локальной памяти.

6.3.7. Команда ПРОВЕРИТЬ ВВОД-ВЫВОД (ТЮ)

Назначение команды ТЮ заключается в проверке состояния канала и внешнего устройства. Эта команда не требует задания КСК и АСК. В зависимости от состояния системы она устанавливает соответствующий код условия и запоминает ССК. Алгоритм выполнения команды ТЮ показан на рис. 6.32. После выборки формата команды проверяется условие выполнения ее на супервизорном уровне. Если команда выполняется на заданном уровне (ССП15 = 1), то осуществляется переход к программе прерывания по контролю программы, а если на супервизорном (ССП15 = 0), определяется канал, адресуемый в команде, и устанавливается признак канала в регистре БС ВЧУ (1БС3—второй селекторный канал, 1БС4—первый селекторный канал). Адрес ВУ, к которому адресуется команда, запоминается в ячейке ВЕ локальной памяти и производится переход непосредственно к проверке состояния канала путем анализа кода признака канала в УСУЗ.

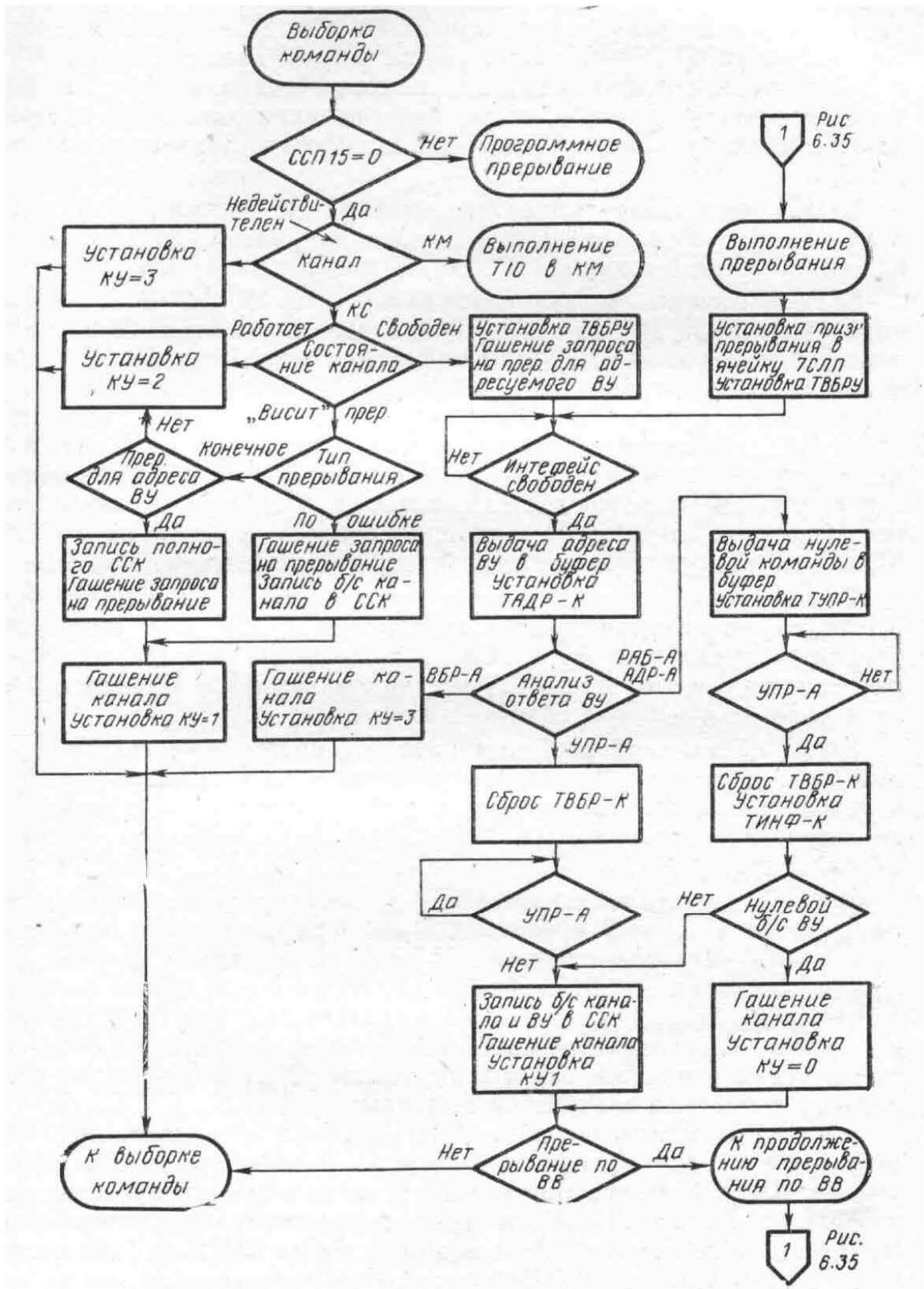


Рис. 6.32. Алгоритм выполнения команды TIO

Если канал занят передачей данных (код признака канала в УСУЗ 10), устанавливается КУ=2 в текущем ССП и осуществляется переход к выборке следующей команды.

Если в канале «висит» прерывание типа КОНЕЧНОЕ (код признака канала 11), то

адрес ВУ, заданный командой Т/О, сравнивается с адресом ВУ, установленным в канале (в УСУ4). Неравенство адресов вызывает установку КУ = 2 в текущем ССП, производится переход к выборке следующей команды. Если же адрес ВУ, указанный в команде, совпадает с адресом ВУ в УСУ4, то запоминается полное ССК, сбрасывается запрос на прерывание в регистре ВР, освобождается канал (в УСУЗ устанавливается код признака канала 00), устанавливается в текущем ССП КУ = 1 и выполняется переход к выборке следующей команды.

Если в канале «висит» запрос на прерывание типа ОШИБКА КАНАЛА, то микропрограмма записывает в ССК байт состояния канала (в остальные поля ССК записываются нули), освобождается канал, в текущем ССП устанавливается КУ = 1 и осуществляет переход к выборке следующей команды.

Когда канал свободен, то запрос на прерывание по вводу-выводу в регистре ВР, если он установлен для ВУ, адресуемого в команде, гасится и микропрограмма начинает стандартную последовательность начальной выборки. Анализируется ответ ВУ на выборку:

если ВУ ответило сигналом ВЕР-А, производится гашение канала, установка КУ = 3 и переход к выборке следующей команды;

если ВУ ответило сигналом УПР-А, то принимается байт состояния ВУ, триггер ТВЕР-К сбрасывается и после снятия сигнала УПР-А байт состояния ВУ и канала записывается в ССК. Остальные поля ССК устанавливаются в нулевое состояние. Канал гасится, устанавливается КУ = 1 в текущем ССП и осуществляется переход к выборке следующей команды;

если ВУ ответило сигналом АДР-А, канал сравнивает полученный от ВУ адрес с заданным в команде. В случае равенства адресов на ШИН-К микропрограммно устанавливаются нулевой код команды и сигнал УПР-К на линиях идентификации интерфейса. ВУ отвечает сигналом УПР-А и помещает на ШИН-А байт состояния. Полученный от ВУ байт состояния проверяется на равенство 0.

Если байт состояния равен нулю, устанавливается КУ = 0 и осуществляется переход к выборке следующей команды.

Если байт состояния не равен нулю, байт состояния ВУ и канала записывается в ССК, остальные поля устанавливаются в нулевое состояние, устанавливается КУ = 1 в текущем ССП и производится переход к выборке следующей команды.

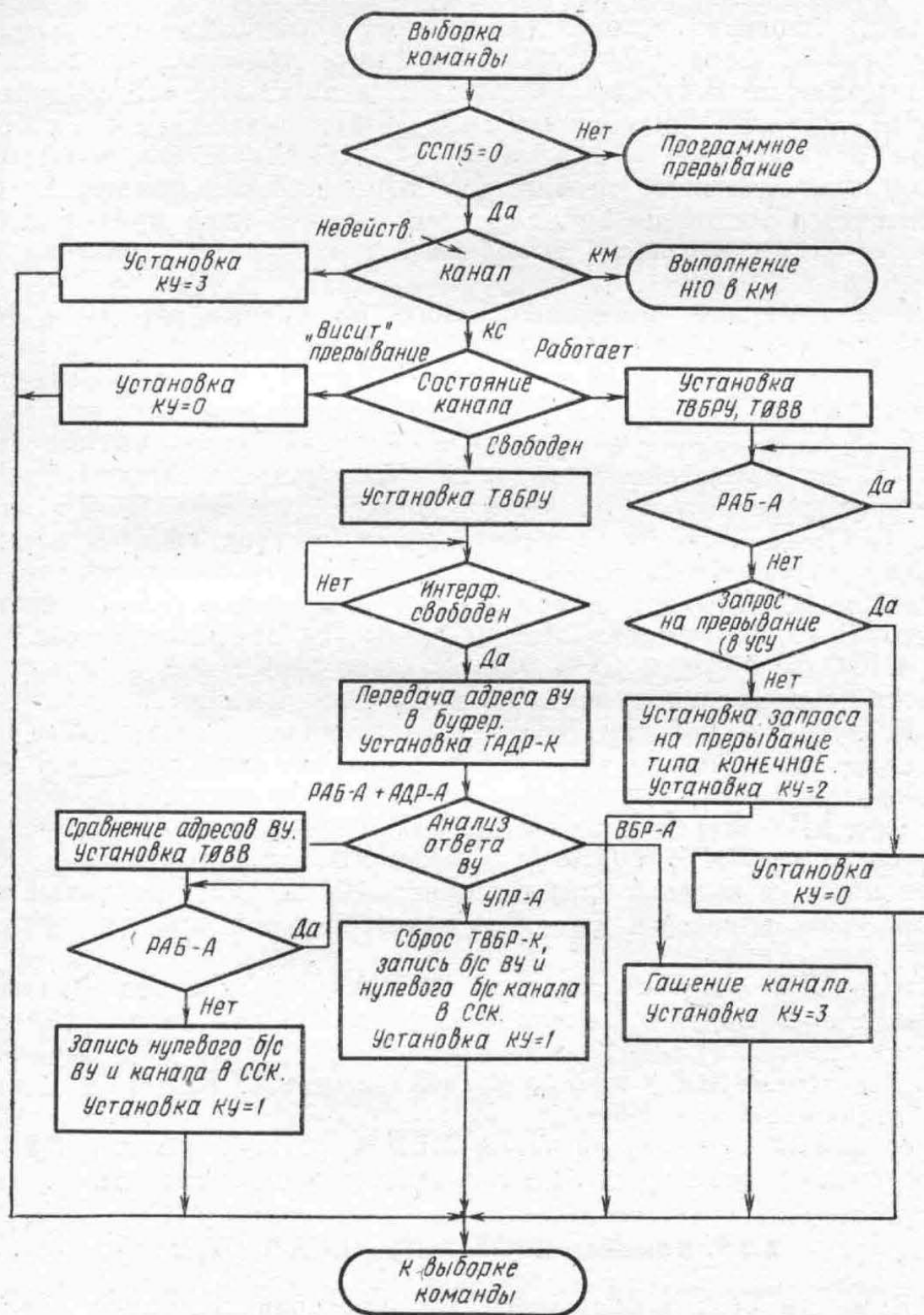


Рис. 6.33. Алгоритм выполнения команды НЮ

6.3.8. Команда ОСТАНОВИТЬ ВВОД-ВЫВОД (НЮ)

Команда НЮ вызывает останов работающего в канале устройства и после прекращения операции в канале переводит канал в состояние ожидания прерывания. Выполнение команды НЮ начинается с проверки условия выполнения команды на супервизорном уровне. Если ССП15 = 1 (задачный уровень), происходит прерывание

по контролю программы, если $ССП15=0$ (супервизорный уровень), микропрограммой устанавливается соответствующий признак канала в регистре БС ЦП. Адрес ВУ, заданный в команде, запоминается в ячейке ВЕ локальной памяти. Затем проверяется состояние канала путем анализа кода признака канала в УСУЗ. Алгоритм выполнения команды НЮ показан на рис. 6.33.

Если в канале установлен запрос на прерывание типа КОНЕЧНОЕ или типа ОШИБКА КАНАЛА, то в текущем ССП устанавливается $KУ^0$ и осуществляется переход к выборке следующей команды.

Если канал занят выполнением операции ввода-вывода (ВУ связано по интерфейсу с каналом, установлен сигнал РАБ-А), микропрограмма устанавливает триггер останова ТОВВ (см. рис. 6.11), что вызывает в канале сброс триггера ТВВР-К и установку триггера ТАДР-К. Работающее ВУ, получив эту последовательность, сбрасывает сигнал РАБ-А и отсоединяется от интерфейса. В канале устанавливается запрос на прерывание типа КОНЕЧНОЕ, в текущем ССП устанавливается $KУ = 2$, и осуществляется переход к циклу выборки следующей команды.

Если канал свободен (код признака канала в УСУЗ равен 00), то микропрограмма начинает последовательность начальной выборки ВУ. Анализируется ответ устройства на сигнал ВВР-К;

если УВУ отвечает сигналом АДР-А, то устанавливается триггер останова ТОВВ. После окончания УВУ от интерфейса в ССК записываются нулевой байт состояния ВУ и байт состояния канала, устанавливается $KУ = 1$ и производится переход к выборке следующей команды;

если УВУ отвечает сигналом УПР-А (что означает занятость устройства), байт состояния ВУ принимается в канал, сбрасывается триггер ТВВР-К и после отсоединения УВУ от интерфейса байт состояния ВУ и канала записывается в ССК, канал гасится и устанавливается $KУ=1$;

если УВУ отвечает сигналом ВВР-К, устанавливается $KУ = 3$ и осуществляется переход к выборке следующей команды.

6.3.9. Команда ПРОВЕРИТЬ КАНАЛ (ТСН)

Команда ТСН используется для проверки состояния канала, в зависимости от которого микропрограмма вызывает установку соответствующего кода условия в ССП. Алгоритм выполнения команды ТСН показан на рис. 6.34.

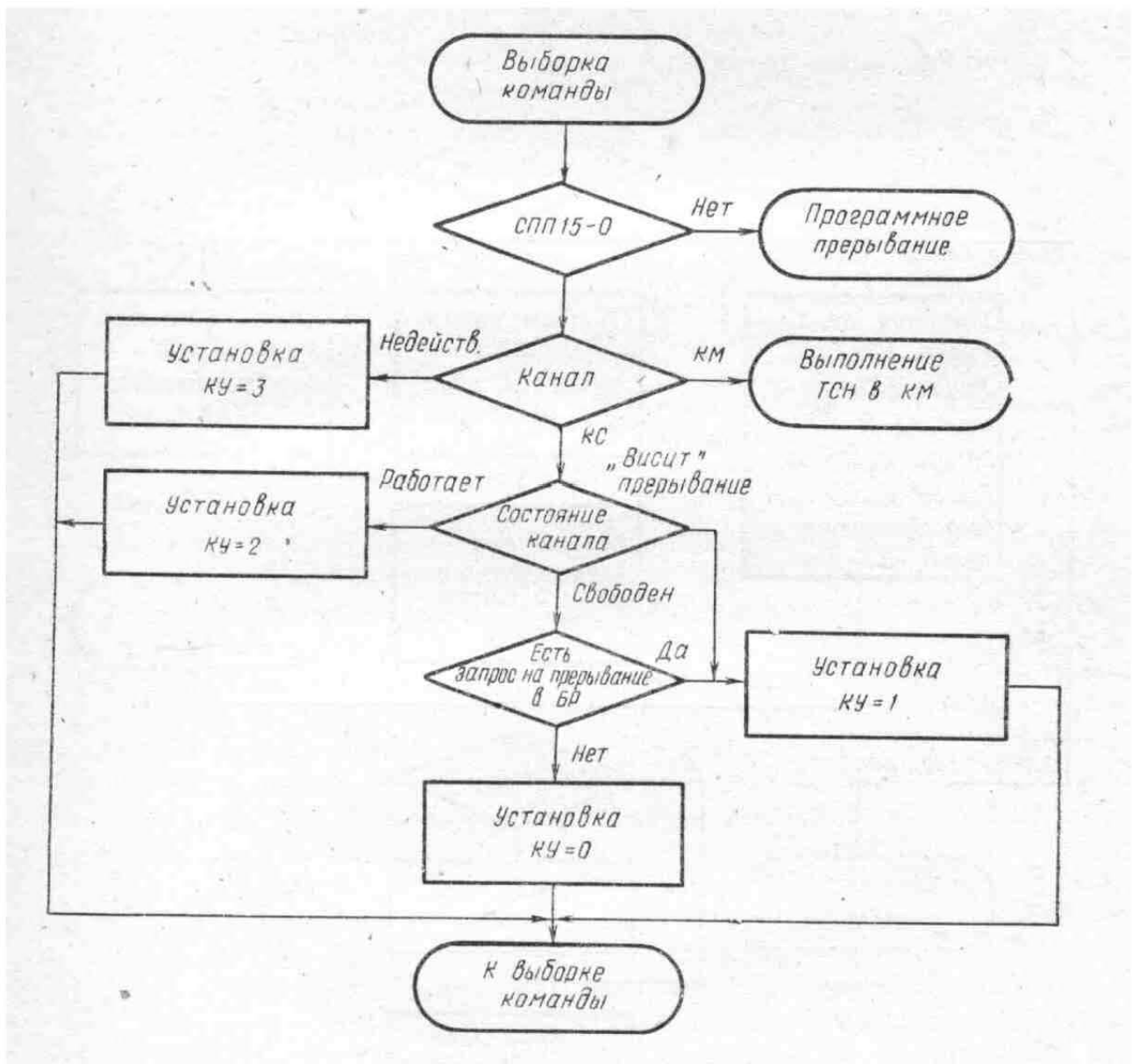


Рис. 6.34. Алгоритм выполнения команды ТСН

если канал свободен и в регистре БР установлен запрос на прерывание, устанавливается $KУ = 1$ и выполняется переход к выборке следующей команды. Если канал работает, то устанавливается $KУ = 2$ и осуществляется переход к выборке следующей команды.

6.3.10 Прерывание по вводу-выводу

Прерывание по вводу-выводу в селекторном канале обрабатывается микропрограммно (рис. 6.35). Селекторный канал формирует запрос на прерывание по вводу-выводу в следующих случаях:

если операция ввода-вывода под управлением текущего КСК завершена и нет цепочек;

если операция в канале прекращена по команде НЮ;

если операция в канале прекращена в результате возникновения ошибки.

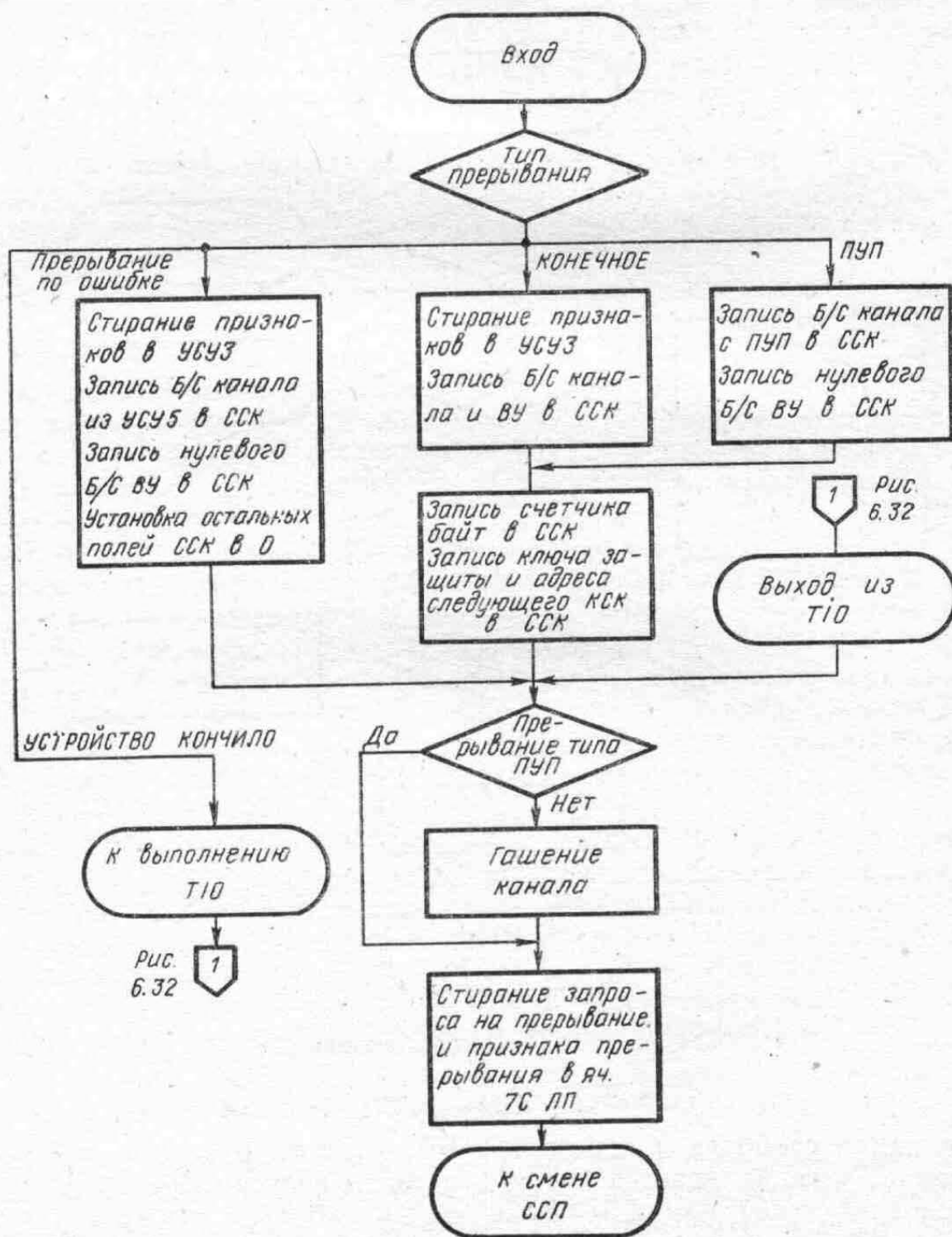


Рис. 6.35. Алгоритм выполнения прерывания по вводу – выводу

При этом устанавливается соответствующий разряд в регистре БР ЦП: РВР(4)– для КС1 и РВР(6)–для КС2. Селекторный канал может выполнять четыре типа прерывания: КОНЕЧНОЕ, УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО, ПУП и ОШИБКА КАНАЛА. Тип прерывания определяется путем анализа кода признака канала в УСУЗ.

Прерывание типа КОНЕЧНОЕ. Признак прерывания этого типа устанавливается в конце выполнения программы канала, когда в байте состояния ВУ имеется указатель КК или указатель УК при прерванной цепочке команд или когда работа канала заканчивается по команде НЮ.

Селекторный канал, обнаружив условия формирования запроса на прерывание по вводу–выводу типа КОНЕЧНОЕ, устанавливает соответствующий триггер в регистре BR; в разряды признаков в УСУЗ записывает код типа прерывания–11; запоминает байт состояния ВУ в УСУ5. При выполнении обслуживания прерываний по вводу–выводу запоминается полное ССК, сбрасывается запрос на прерывание в канале и осуществляется переход к смене ССП.

Прерывание типа УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО устанавливается при достижении работающим ВУ нормальной точки останова после передачи в канал байта состояния с указателем КК. При выполнении цепочки из нескольких КСК прерывание может быть установлено только после выполнения последнего КСК, т. е. после выполнения всей программы канала.

УВУ, сформировавшее байт состояния с указателем УК, устанавливает сигнал ТРБ–А. Канал обычным образом соединяется с ВУ, принимает от него адрес и записывает его в УСУ4. На сигнал УПР–А от устройства канал отвечает сигналом УПР–К (байт состояния запоминается в ВУ), а в регистр BR ЦП устанавливает запрос на прерывание. Байт состояния ВУ хранится в УВУ до тех пор, пока канал не обратится к нему посредством прерывания по вводу–выводу или с помощью команд ТЮ или SIO.

При прерывании типа УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО адрес ВУ из УСУ4 передается в регистр ЦП и осуществляется переход к выдаче ВУ по ШИН–К команды канала ПРОВЕРИТЬ ВВОД–ВЫВОД (0000 0000), перед выполнением которого в ячейку 7С ЛП записывается код FO (признак выдачи команды канала ПРОВЕРИТЬ ВВОД–ВЫВОД при выполнении прерывания по вводу–выводу).

Выполняется стандартная связь с УВУ, которое в ответ на код команды (0000 0000) выдает байт состояния с указателем УК. Байт состояния ВУ и канала записывается в ССК, устанавливается КУ=1. Затем осуществляется возврат к продолжению выполнения прерывания: сбросу запроса на прерывание в регистре BR и стиранию признака FO в локальной памяти и после этого переход к смене ССП.

Прерывание типа ПУП. Программно управляемое прерывание позволяет программе следить за выполнением программ канала. Прерывание этого типа вызывается признаком ПУП, указанным в КСК. Этот признак может быть задан в любом КСК программы канала. Ни сам признак ПУП, ни связанное с ним прерывание на выполнение программы канала не влияют.

Каждый раз при обнаружении признака ПУП в текущем КСК селекторный канал устанавливает запрос на прерывание по вводу–выводу типа ПУП. Если признак ПУП указан в КСК, связанном с цепочкой данных, запрос на прерывание по вводу–выводу устанавливается после окончания передачи данных по предыдущему КСК. Если при выполнении цепочки произошел переход к новому КСК до осуществления прерывания по признаку ПУП, этот признак передается в новое КСК независимо от того, какая цепочка (по данным или по команде) выполнялась. Если новое КСК, выбранное до того, как произошло прерывание по признаку ПУП, также содержит признак ПУП, то выполняется только одно прерывание типа ПУП.

ЦП, обнаружив запрос на прерывание по вводу-выводу, начинает выполнять прерывание, при этом по коду признака канала в УСУЗ (код 10) запоминаются в ССК: байт состояния канала с признаком ПУП: счетчик байт; ключ защиты; адрес следующего КСК; нулевой байт состояния ВУ. В регистры Л и Д ЦП записываются номер канала и адрес ВУ для последующей записи их в ССП. Затем сбрасывается запрос на прерывание в регистре БР и выполняется переход к загрузке ССП.

Прерывание типа ОШИБКА КАНАЛА. Запрос на прерывание по ошибке может быть установлен при выполнении МПРС или на этапе передачи данных, если обнаружен сбой в оборудовании канала или интерфейса. В этом случае (при возникновении ошибки) обрабатываются аппаратные ошибки, при этом байт состояния канала записывается в УСУ5, причина ошибки гасится и устанавливается запрос на прерывание типа ОШИБКА КАНАЛА.

При выполнении прерывания стирается причина прерывания в УСУЗ, байт состояния канала записывается из УСУ5 в ССК, а остальные поля ССК устанавливаются в нулевое состояние. Запрос на прерывание в регистре БР гасится, и осуществляется переход к загрузке ССП.

6.3.11. Первоначальная загрузка программ

Первоначальная загрузка предназначается для ввода программ в оперативную память после включения питания или после непригодности содержимого оперативной памяти для дальнейшего использования.

Первоначальная загрузка (рис. 6.36) включает выполнение команды SIO, для которой задан адрес выбранного устройства с помощью переключателей на пульте управления. КСК для этой команды содержит код команды считывания (02), нулевой адрес данных, счетчик байт, равный 24, и признаки ЦК и ПИД. КСК и АСК, включающие нулевой ключ защиты и нулевой адрес первого КСК, формируются микропрограммно.

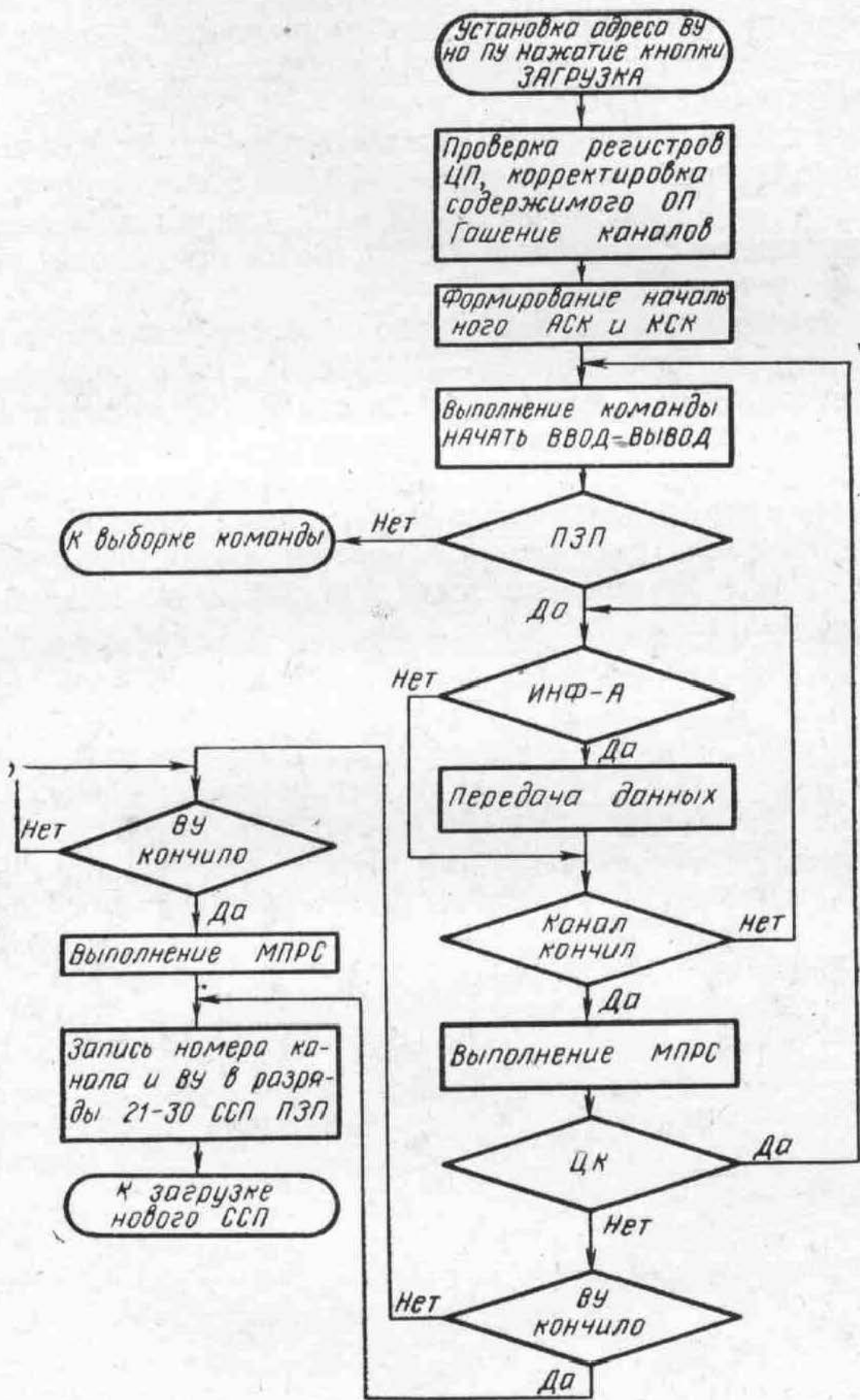


Рис. 6.36. Алгоритм выполнения первоначальной загрузки программы

Процедура первоначальной загрузки начинается с установки на переключателях набора адреса команды пульта управления, номера канала и адреса ВУ, с которого будет введена программа в оперативную память, и затем нажимается кнопка ЗАГРУЗКА. Это приводит к выполнению специальной микропрограммы, которая проверяет регистры процессора, корректирует контрольные разряды ячеек оперативной памяти и памяти ключей защиты, гасит каналы, сбрасывает УВУ, формирует АСК и КСК и начинает операцию ввода (считывания) с выбранного ВУ. Первые 24 байта вводятся в оперативную память, в адреса 0–23 (ССП ПЗП, КСК1 ПЗП и КСК2 ПЗП).

Двойное слово, введенное в оперативную память, начиная с адреса 8, используется как первое КСК для следующей команды. Если в этом КСК указан признак ЦК, операция ввода–вывода будет продолжена с помощью КСК2, расположенного в оперативной памяти, начиная с адреса 16.

После завершения операции ввода номер канала и адрес ВУ запоминаются в разрядах 21–31 ССП ПЗП, расположенного в оперативной памяти, начиная с адреса 0. В разрядах 16–20 записываются нули, а состояние разрядов 0–15 не изменяется. Процессор считывает ССП ПЗП (адрес ОП–0) как новое ССП. Дальнейшая работа процессора управляется этим ССП. При неудовлетворительном окончании операции ввода и процедуры загрузки ССП ЦП останавливается с включенной индикацией ЗАГРУЗКА на пульте.

Глава 7 КОНТРОЛЬ РАБОТЫ КАНАЛОВ

7.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В данной главе рассматривается контроль работы каналов при выполнении операций ввода–вывода, а также способы обнаружения ошибок и методика их обработки.

Под ошибками понимается:

постоянное или временное изменение параметров в схемах канала, в результате которого выходной сигнал какой-либо схемы логически отличается от нормального;

нарушения временных параметров в последовательностях сигналов, вызывающие сокращенные или увеличенные интервалы времени между сигналами;

нарушения определенных требований, предъявляемых к программам каналов.

Для обнаружения ошибок (выявления искаженных сигналов, временных интервалов и нарушений требований программирования) в работе каналов используются как аппаратные, так и микропрограммные средства. С их помощью обнаруживаются программные ошибки; ошибки в трактах передачи и хранения-информации;

ошибки в работе логических схем каналов, интерфейса ввода–вывода и блока управления каналами.

Последние три вида ошибок связаны с искажением параметров в схемах канала и в дальнейшем называются аппаратными ошибками. Программные ошибки могут возникнуть как по вине программиста, так и в результате неправильной работы программы из-за имевшего место сбоя.

Мультиплексный и селекторный каналы могут обнаружить и предоставить процессору шесть типов ошибок:

неверная длина (НД);

контроль защиты памяти (КЗ);

контроль программы (КП);

контроль данных канала (КДК);

контроль управления канала (КУК);

контроль работы интерфейса (КРИФ).

Селекторный канал обнаруживает и предоставляет процессору, кроме перечисленных ошибок, еще ошибку типа «Контроль зацепления» (КЗЦ).

Таблица 7.1

Типы ошибок	Причины	Источник	Выполняемые действия
Ошибки КМ			
Неверная длина	Блок данных, указанный в КСК, меньше, чем блок данных, записанный на носителе информации	Признак ПИД = 0, счетчик байт исчерпан, на шинах интерфейса установлен ИНФ-А	Операция прекращается после обнаружения ошибки. В байте состояния канала устанавливается S1=1
	Блок данных, указанный в КСК, больше, чем блок данных, записанный на носителе информации	Признак ПИД = 0, счетчик байт не исчерпан, на шинах интерфейса установлен сигнал УПР-А	

Контроль программы (КП)	Недействительный адрес данных Недействительный счетчик байт Неверный формат АСК или КСК Недействительная команда ввода-вывода Недействительный адрес КСК	Нарушение требований, предъявляемых к программам канала	Операция прекращается после обнаружения ошибки. В байте состояния канала устанавливается S2 = 1
Контроль защиты (КЗ)	Канал пытается записать или считать информацию из (в) защищенной ячейки оперативной памяти	При обращении канала к ОП ключ защиты не сравнился с ключом памяти и ключ защиты $\neq 0$	Операция прекращается после обнаружения ошибки. В байте состояния канала устанавливается S3 = 1
Контроль данных канала	Ошибка по четности, обнаруженная при передаче данных между каналом и ВУ	В регистре P2 или P3 обнаружена ошибка по четности	Операция прекращается после обнаружения ошибки. В байте состояния канала устанавливается S4=1
Контроль управления канала	Любая ошибка в оборудовании ЦП, обнаруженная при выполнении программ канала Байт информации, переданный с выхода С БА, содержит неверный контрольный разряд	Контроль по четности любого регистра ЦП, обнаруженный при выполнении программ канала Байт информации, переданный с выхода С БА, имеет неверный контрольный разряд	Операция прекращается после обнаружения ошибки. В байте состояния канала устанавливается S5 = 1
Контроль управления канала	Ошибка выходных управляющих цепей интерфейса ввода-вывода	На шинах интерфейса присутствуют одновременно: ИНФ-К и АДР-К; АДР-К и УПР-К; ИНФ-К и УПР-К	
Контроль работы интерфейса	Контроль ШИН-А по четности Перерыв в работе интерфейса по времени (32 мкс) Во время выполнения ЦК ВУ занято Неверная работа управляющих цепей интерфейса ввода-вывода	Ошибка по четности, обнаруженная в адресе или в байте состояния ВУ В ответ на выходной сигнал канала из интерфейса получен входной сигнал за пределами допустимого ожидаемого времени (32 мкс) В ЦК ВУ занято Ошибки, обнаруженные в работе интерфейса ввода-вывода	Операция прекращается после обнаружения ошибки. В байте состояния канала устанавливается S6 = 1
Ошибки КС			
Неверная длина	Блок данных, указанный в КСК, меньше, чем блок данных, записанный на носителе информации Блок данных, указанный в КСК, больше, чем блок данных, записанный на носителе информации	Признак ПИД = 0, счетчик байт исчерпан, на шинах интерфейса установлен ИНФ-А Признак ПИД = 0, счетчик байт не исчерпан, на шинах интерфейса установлен УПР-А	Операция прекращается после обнаружения ошибки. В байте состояния канала устанавливается S7 = 1

Контроль программы (КП)	Недействительный адрес данных Недействительный счетчик байт Недействительный формат АСК и КСК Недействительная команда ввода-вывода Недействительный адрес КСК	Нарушение требований, предъявляемых к программам канала	Операция прекращается после обнаружения ошибки. В байте состояния канала устанавливается S2 = 1
Контроль защиты (КЗ)	Канал пытается записать или считать информацию из (в) защищенной ячейки оперативной памяти	При обращении к ОП ключ защиты не сравнился с ключом памяти и ключ защиты $\neq 0$	Операция прекращается после обнаружения ошибки. В байте состояния канала устанавливается S3 = 1
Контроль данных канала (КДК)	В буфере данных обнаружен байт с неверным контрольным разрядом	Ошибка по четности, обнаруженная в байте Данных, принятом из Интерфейса или из ОП. Триггер операции данных =1) (ТОД=1)	Операция прекращается после обнаружения ошибки. В байте состояния канала устанавливается S4 = 1
Контроль управления каналом (КУК)	Любая ошибка в оборудовании ЦП, обнаруженная при выполнении программ канала Байт информации, переданный с выхода С БА, содержит неверный контрольный разряд Ошибка выходных управляющих цепей интерфейса ввода-вывода Неверный контрольный разряд в РНЗ при выполнении АПРС Неверный контрольный разряд в РМН при выполнении АПРС Ошибка в работе БЗП Контроль регистра адреса или счетчика байт	Контроль по четности любого регистра ЦП, обнаруженный при выполнении программ канала Байт информации, переданный с выхода С БА, содержит неверный контрольный разряд На шинах интерфейса присутствуют одновременно: ИНФ-К и АДР-К; АДР-К и УПР-К; УПР-К и ИНФ-К Во время передачи данных между буфером данных и ОП обнаружен неверный контрольный разряд в РНЗ Во время передачи данных между буфером и ОП обнаружен неверный контрольный разряд в РМН Во время передачи данных в канал принят из ЦП сигнал ошибки блока защиты памяти Регистр данных или счетчика байт содержит неверный контрольный разряд	Операция прекращается после обнаружения ошибки. В байте состояния канала устанавливается S5 = 1

Контроль управления интерфейса	Контроль ШИН-А по Четности Перерыв в работе интерфейса по времени (30 с) Во время выполнения ЦК ВУ занято Неверная работа управляющих цепей интерфейса ввода-вывода	Ошибка по четности, обнаруженная в адресе или в байте состояния ВУ В ответ на выходной сигнал канала из интерфейса получен входной сигнал за пределами допустимо ожидаемого времени В ЦК ВУ занято Ошибки, обнаруженные в работе интерфейса ввода-вывода	Операция прекращается после обнаружения ошибки. В байте состояния канала устанавливается S6 = 1
Контроль зацепления	В результате (зацепления по данным в буфер данных принято больше байт, чем указано в счетчике байт нового КСК. При этом новое КСК не содержит признак ЦД	Признак ЦД = 0, команда СЧИТАТЬ (СЧИТАТЬ В ОБРАТНОМ НАПРАВЛЕНИИ), СЧ = 0 и буфер данных имеет байты данных	Операция прекращается после обнаружения ошибки. В байте состояния канала устанавливается S7 = 1

Каждый тип ошибки может вызываться несколькими причинами. Появление любой ошибки при работе канала фиксируется в байте состояния канала и вызывает запоминание полного или части ССК, которое предоставляется программе ЦП с помощью прерывания по вводу-выводу или непосредственно при выполнении команд управления каналами посредством установки КУ=1. В некоторых случаях может оказаться, что канал не может предоставить программе ЦП состояние канала, при котором обнаружена ошибка, с помощью прерывания по вводу-выводу или. посредством установки КУ = 1. В этом случае состояние канала предоставляется прерыванием по контролю машины.

Действия, выполняемые каналом после обнаружения ошибки, зависят от выполняемой операции и типа возникшей ошибки.

В табл. 7.1 приведены типы ошибок, предоставляемых соответственно КМ и КС процессору, и их вызывающие причины.

Все виды ошибок в работе каналов ввода-вывода обрабатываются микропрограммно.

7.2. ПРОГРАММНЫЕ ОШИБКИ

7.2.1. Обнаружение программных ошибок

Программная ошибка фиксируется при обнаружении одного из условий:

недействительное АС К;

недействительное КСК;

возник сбой переадресации оперативной памяти при передаче данных;

возник сбой по защите оперативной памяти.

Программные ошибки не вызывают записи содержимого регистров канала в диагностическую область канала. В большинстве случаев при обнаружении программной ошибки интерфейс ввода-вывода свободен. При обнаружении каналом программной ошибки в байте состояния канала устанавливается признак КП ($S2=1$) или КЗ ($S3=1$). Признак КП устанавливается при обнаружении недействительного АСК, КСК или возникновении сбоя по адресации при передаче данных.

Недействительное АСК фиксируется в следующих случаях:

если в АСК биты 4–7 не равны нулю;

если в АСК указан адрес КСК, расположенный не на целочисленной границе для двойного слова, т. е. три младших разряда адреса КСК не равны нулю;

если в АСК указан адрес КСК, выходящий за объем оперативной памяти модели.

Недействительное КСК фиксируется:

если КСК, содержащее команду ПВК, указывает адрес КСК, расположенный не на целочисленной границе для двойного слова, т. е. три младших разряда адреса КСК не равны нулю;

если первое КСК программы канала содержит команду ПВК;

если в двух смежных КСК программы канала указаны команды ПВК;

если КСК, указывающее команду, отличную от ПВК, не содержит нулей в разрядах 37–39;

если КСК, указывающее команду, отличную от ПВК, содержит в разрядах 48–63 нули;

если КСК, содержащее команду ПВК, указывает адрес следующего КСК, превышающий объем оперативной памяти модели;

если КСК, указывающее команду, отличную от ПВК, содержит в битах 4–7 нули.

При выполнении ЦД биты 4–7 не проверяются;

если адрес данных, указанный в КСК, превышает объем оперативной памяти модели.

Признак КЗ ($S3$) устанавливается, если возник сбой по защите, т. е., когда канал пытается записать или считать данные из защищенной ячейки оперативной памяти, и ключ защиты, заданный в АСК, не равен ключу защиты памяти. Если в АСК задан нулевой ключ, то $S3=0$ и данные записываются или считываются независимо от значения ключа защиты памяти-

Установка $S2=1$ или $S3=1$ в процессе запуска или выполнения операции ввода – вывода вызывает подавление ЦК и ЦД.

Подробная информация о типе программной ошибки сообщается программе ЦД путем записи каталожного номера ошибки. Каталожные номера программных ошибок приведены в табл. 7.2. Каталожный номер программной ошибки записывается в ячейку

Таблица 7.2.

Типы ошибок в команде	Типы ошибок в ЦК или ЦД	км	КС
Недействительный адрес данных в передаче данных		00	—
Счетчик байт в КСК равен 0	-	01	01

Недействительный формат КСК	-	02	02
Команда ПВК	Две команды ПВК в ЦК	04	04
Недействительный адрес КСК	Недействительный адрес КСК	06	06
Недействительный адрес АСК	-	07	07
То же	Две команды ПВК в ЦК	08	08
Неверная спецификация КСК	-	0A	0A
То же	Неверный формат КСК в ЦД	0B	0B
»	Счетчик байт равен нулю	0D	0D
»	Неверный формат КСК в ЦК	0E	0E
Недействительный адрес данных в КСК	Недействительный адрес данных в КСК	1F	1F
То же	Неверная спецификация КСК в команде ПВК	4F	4F
Сбой по защите	Сбой по защите	FF	FF

9Д локальной памяти, если ошибка обнаружена при выполнении команды SIO, или на место старшего байта счетчика в ССК, если ошибка обнаружена при выполнении ЦК или ЦД.

7.2.2. Обработка программных ошибок

Обработка программных ошибок в КМ. На рис. 7.1 приведен алгоритм обработки программных ошибок в мультиплексном канале. Программные ошибки в КМ могут возникать во время выполнения команды SIO; во время выполнения ЦК или ЦД и во время передачи данных. При обработке программных ошибок, обнаруженных в АСК или КСК, во время выполнения команды SIO осуществляются следующие действия:

останов и отключения ВУ от канала, если на шинах интерфейса ввода – вывода присутствует РАБ-А;

освобождение адресуемого подканала (стираются разряды КОП и состояния в УСУ);

запись в ССК нулевого байта состояния ВУ, байта состояния канала и каталожного номера программной ошибки;

установка КУ= 1.

После этих действий осуществляется переход к выборке следующей команды.

При обнаружении программной ошибки во время выполнения ЦК устанавливается S2=1 или S3=1 в УСУ и записывается каталожный номер ошибки в старший байт счетчика байт в УСУ. Затем определяется возможность непосредственного предоставления обслуживающей программе ЦП информации об ошибке, т. е. возможность установки запроса на прерывание по вводу – выводу. В случае возможности установки запроса на прерывание по вводу– выводу производятся следующие действия:

установка запроса на прерывание по вводу–выводу запись в буфере прерывания МК (ячейка 9А ЛП) адреса ВУ и признака прерывания типа КОНЕЧНОЕ;

гашение канала;

установка $KY=0$, если ЦК выполняется после выполнения немедленной команды ВУ в последовательности начальной выборки ВУ, после чего осуществляется переход к выборке следующей команды;

разгрузка регистров ЦП и ЛП, если ЦК выполняется в режиме МПРС, после чего производится переход к прерванной программе ЦП.

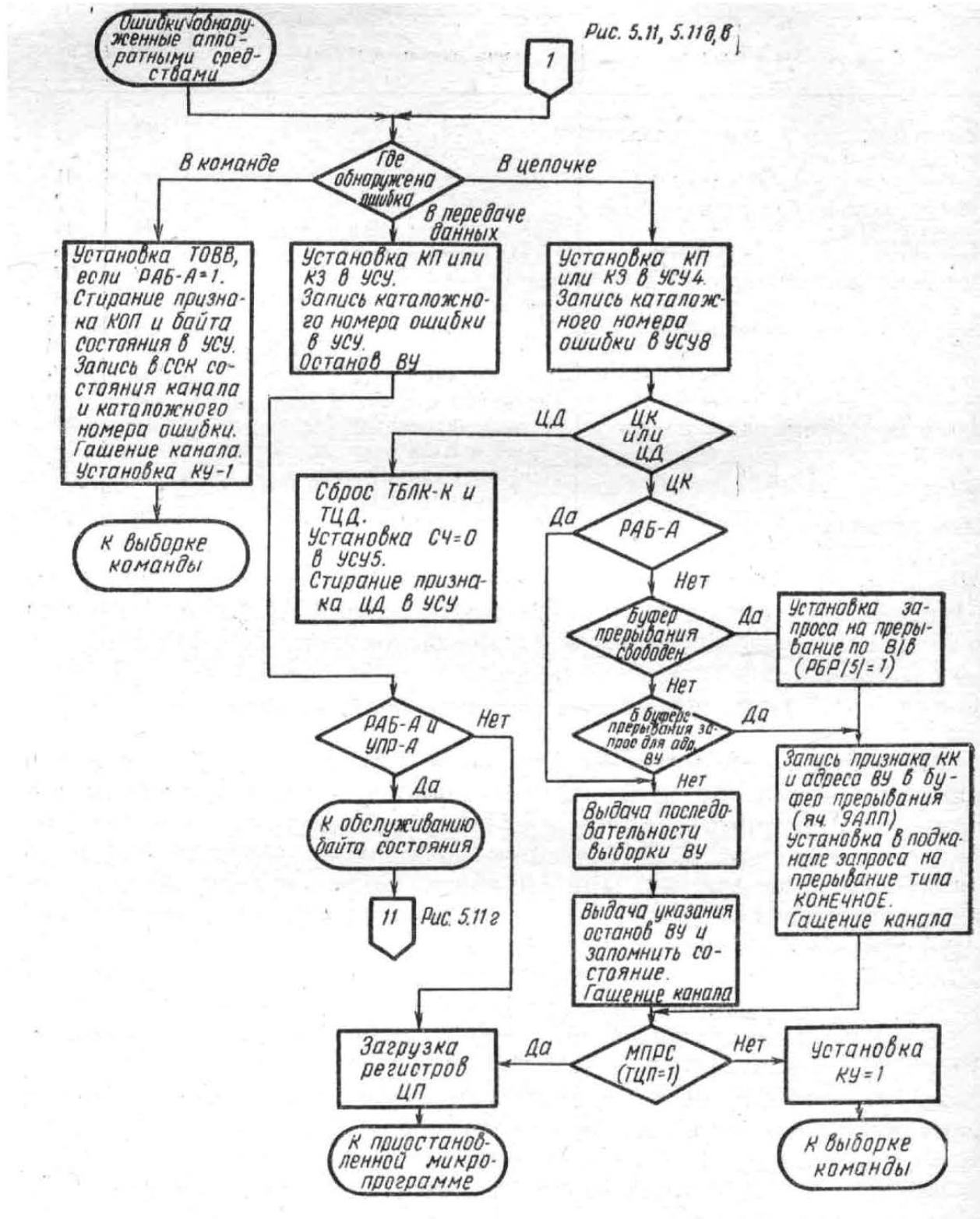


Рис. 7.1. Алгоритм обработки программных ошибок в мультиплексном канале. При обнаружении программной ошибки во время выполнения ЦД после установки $S2=1$ или $S3=1$ осуществляются следующие действия:

сбрасывается признак режима цепочки данных (ТЦД \rightarrow 0) и блокировки передачи данных для ВУ (ТВЛК=К \rightarrow 0);

устанавливается признак СЧ=0 в единичное состояние в УСУ5. По единичному состоянию этого признака КМ устанавливает УПР-К в ответ на запрос ВУ на передачу данных и стирает признак ЦД в УСУ.

После завершения этих действий производится переход к выполнению прерванной микропрограммы ЦП, предварительно загрузив регистры ЦП из локальной памяти.

Программные ошибки при передаче данных—это ошибки адресации и защиты памяти. Ошибка по адресации возникает при обращении к оперативной памяти по адресу, превосходящему объем оперативной памяти модели. Ошибка защиты памяти возникает, когда КМ пытается записать или извлечь данные из защищенной ячейки оперативной памяти. Ошибки по защите и адресации обнаруживаются аппаратными средствами ЦП. При этом вход в обслуживание программных ошибок осуществляется через фиксированный адрес (004) РАПП.

При обнаружении ошибки адресации или защиты памяти во время передачи данных выполняются следующие действия:

устанавливается S2=1 или S3=1 в УСУ;

записывается каталожный номер ошибки в старший байт счетчика в УСУ;

выдается последовательность сигналов останова ВУ (выдается УПР-К в ответ на ИНФ-А), если ВУ подключено к каналу (РАБ-А=1).

Затем определяется реакция ВУ на указание остановить передачу данных. Если ВУ сняло все сигналы с шин интерфейса ввода – вывода, то микропрограмма переходит к восстановлению содержимого регистров ЦП из локальной памяти и к продолжению прерванной программы. В противном случае (РАБ-А=1, УПР-А= =1) осуществляется переход к обслуживанию байта состояния ВУ.

Обработка программных ошибок в КС. На рис. 7.2 приведен алгоритм обработки программных ошибок в селекторном канале.

При обнаружении программной ошибки во время выполнения команды SIO производятся следующие действия:

устанавливается признак «Канал свободен» в УСУ;

записывается каталожный номер программной ошибки в ячейку 9Д локальной памяти;

в регистр ВЗ записывается нулевой ключ защиты памяти;

в ССК записывается байт состояния канала (S2=1 или S3=1) и нулевой байт состояния ВУ;

гасится канал;

устанавливается КУ=1.

После этих действий осуществляется переход к выборке следующей команды.

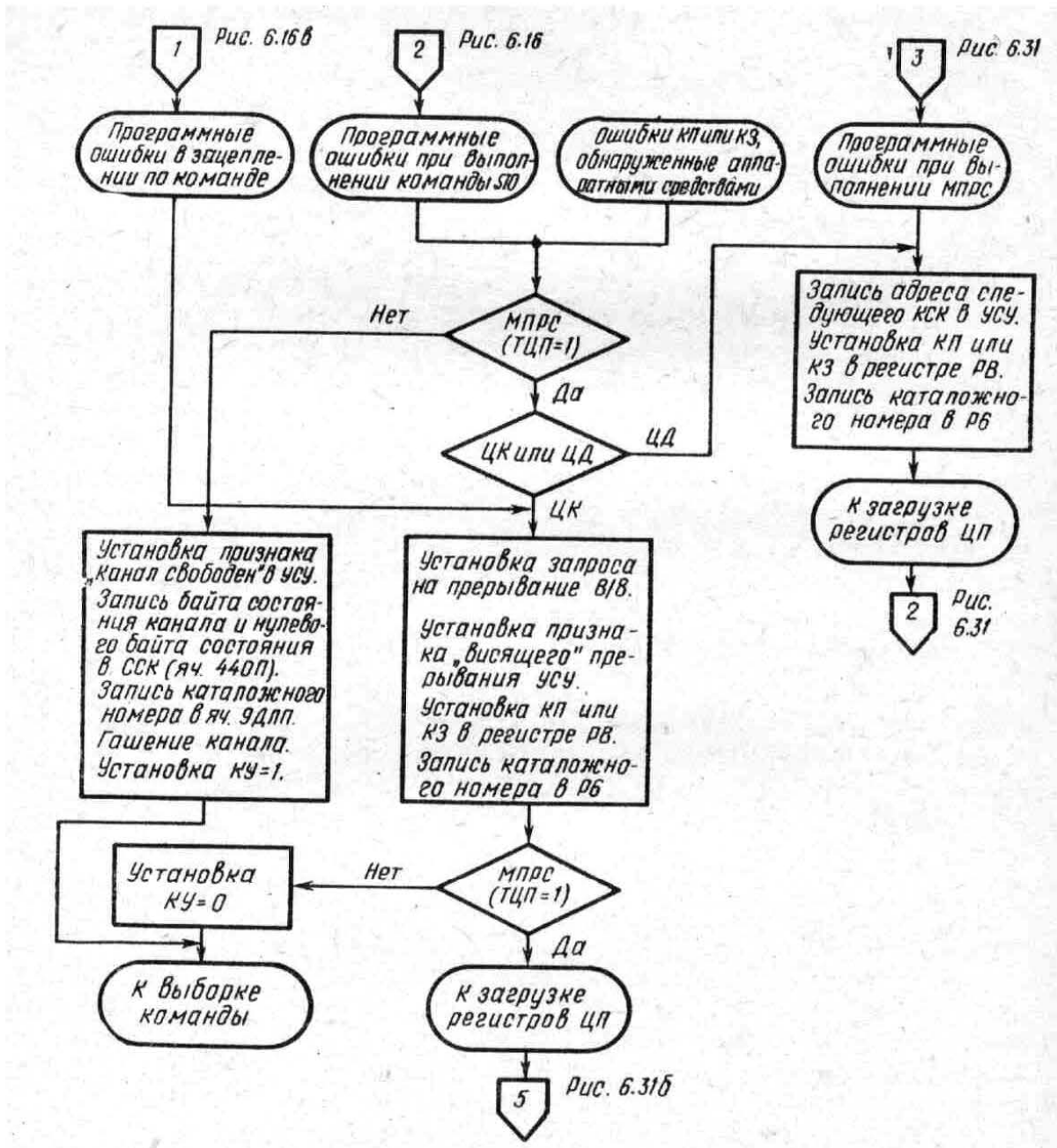


Рис. 7.2. Алгоритм обработки программных ошибок в селекторном канале

При обнаружении программной ошибки во время выполнения ЦК выполняются следующие действия:

- устанавливается ТОВВ, если канал соединен с ВУ (РАВ-А= -1);
- записывается адрес следующего КСК в УСУ;
- устанавливается запрос на прерывание по вводу-выводу;
- устанавливается признак «висящего» прерывания в канале (типа КОНЕЧНОЕ);
- устанавливается S2=1 или S3=1 в регистре состояния канала (РВ);
- записывается каталожный номер ошибки в старший байт счетчика байт (Р6).

После выполнения этих действий производится переход к восстановлению содержимого регистров ЦП (возврат к прерванной программе ЦП), если ЦК выполнялась в МПРС (ТЦП=1), или к выборке следующей команды, если ЦК выполнялась

сразу после начальной выборки команды SIO.

При обработке ошибки, обнаруженной во время выполнения микропрограмм КС, предусматриваются следующие действия:

сброс ТЦД (только при выполнении ЦД);

запись адреса следующего КСК в УСУ;

установка S2=1 или B3=1 в регистре состояния канала (РВ);

запись каталожного номера ошибки в старший байт счетчика байт (Р6).

После этих действий выполняется переход к прерванной микропрограмме ЦП.

В цикле передачи данных (АПРС=1) ошибка адресации или защиты памяти вызывает установку триггера КП или КЗ в регистре РВ. ВУ останавливается в момент запроса на передачу данных. После останова ВУ формирует байт состояния и передает его в канал. Этот байт обрабатывается обычным способом в режиме МПРС (см. гл. 6), при выполнении которой устанавливается запрос на прерывание по вводу – выводу.

7.3. АППАРАТНЫЕ ОШИБКИ

7.3.1. Ошибки в трактах передачи и хранения информации

В процессе выполнения операций ввода–вывода в канале информация передается между основной памятью и регистрами процессора, а также между регистрами канала и ВУ через интерфейс ввода–вывода. В процессе передачи и хранения информации могут возникать ошибки. Для их обнаружения в каналах ввода – вывода применяется способ контроля четности, который в общем случае выполняется посредством присоединения к исходной информации дополнительной цифры, называемой контрольным разрядом.

Контрольные разряды байт информации во всех регистрах канала и в точках контроля формируются с помощью схем контроля четности (свертки) (рис. 7.3). На выходе свертки вырабатывается сигнал, равный 1, если на ее вход подается двоичный код с четным количеством единиц, и равный 0 – при нечетном числе 1 на входе.

Принцип контроля по четности заключается в том, что в точке контроля дополнительный контрольный разряд, сопровождающий байт информации, сравнивается с сигналом на выходе свертки, установленной в точке контроля, и, если они не совпадают, вырабатывается сигнал ошибки, по которому устанавливается соответствующий для каждого вида информации индикатор сбоя. Система обнаружения ошибок по модулю 2 действует постоянно на всех этапах выполнения операции ввода–вывода и фиксирует ошибки в момент их возникновения.

В каналах ввода–вывода возможны следующие передачи информации:

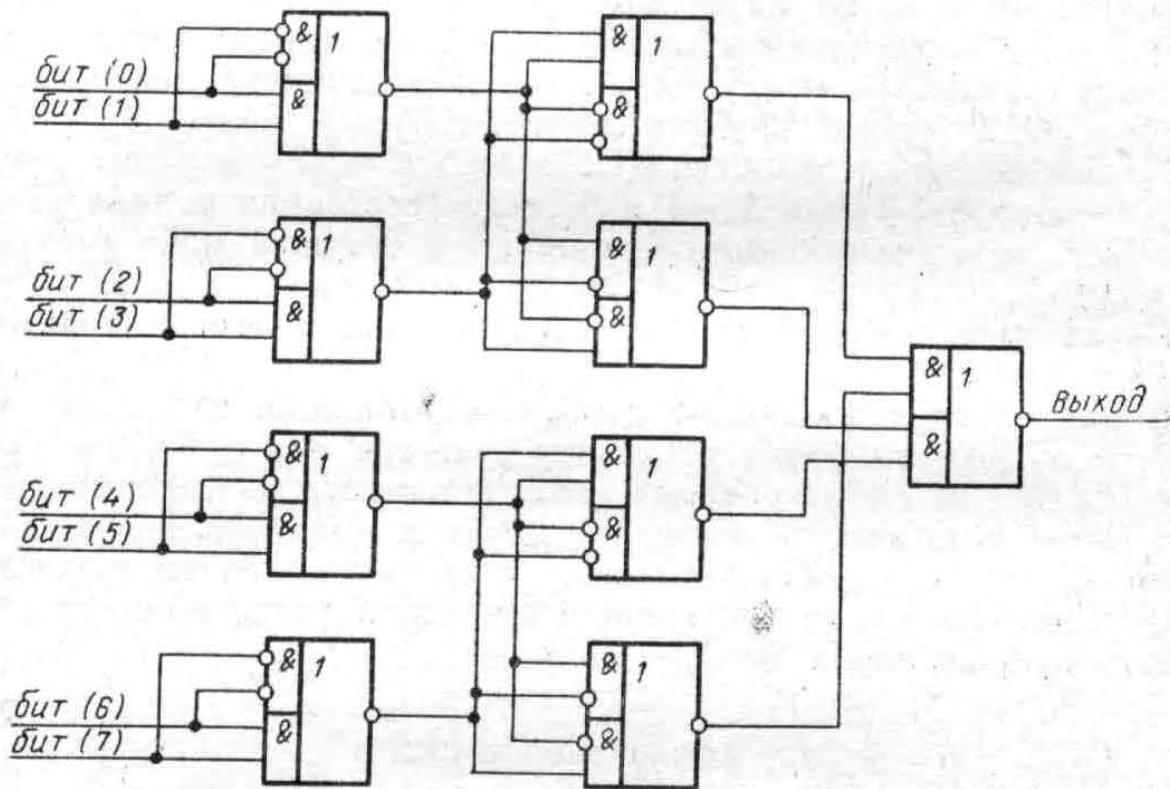


Рис. 7.3. Схема контроля четности

передача информации с выхода С БА в регистры каналов;

передача информации на вход В БА;

передача данных из регистров НЗ ОП в ВУ;

передача данных от ВУ в регистры НЗ ОП;

передача информации из регистра адреса данных (РЯ) КС в регистр МН ОП;

передача ключа защиты из КС в блок защиты памяти.

Размещение схем формирования контрольных разрядов и точек контроля потока информации показано на рис. 7.4. Такое размещение точек контроля позволяет контролировать все виды передачи информации между ЦП и ВУ. Необходимо заметить, что ключ защиты из КС передается по специальным шинам, причем эта передача не контролируется и на рис. 7.4 не показана.

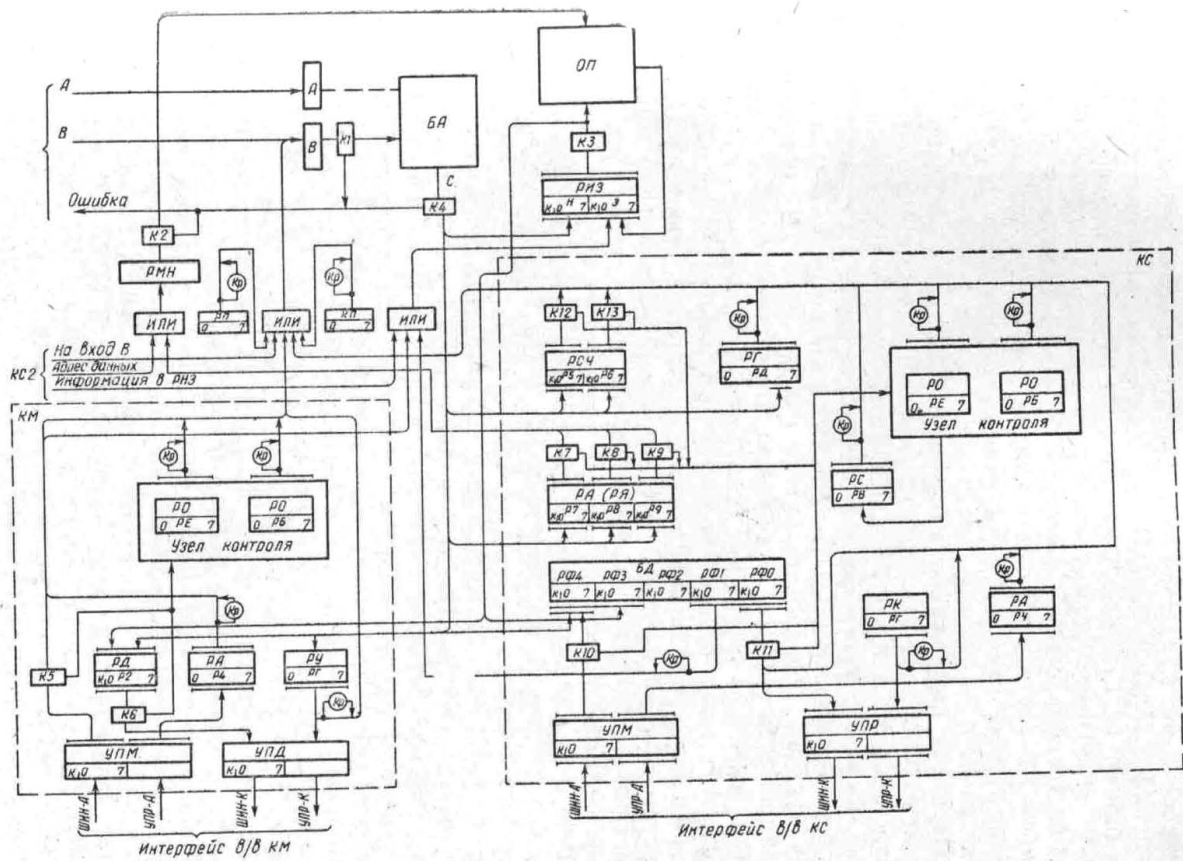


Рис. 7.4. Размещение схем формирования контрольных разрядов и точек контроля

Передача информации с выхода С БА в регистры каналов. Передача информации с шин С арифметического блока в каналы контролируется в точке К4. Сигнал ошибки, обнаруженный в этой точке, поступает в регистр ошибок того канала, признак работы которого установлен в регистре РС ЦП.

Тракт передачи информации в мультиплексном канале и хранение ее в регистре Р2 контролируется в точке Кб. Тракт передачи информации в селекторном канале и хранение ее в регистрах адреса (Р7, Р8, Р9), счетчике байт (Р5, Р6) и буфере данных (РФ0–РФ4) контролируется соответственно в точках К7–К13. Сигнал ошибки с точек контроля К6–К13 поступает в регистр ошибок РВ соответствующего канала (см. рис. 7.4.), где устанавливает триггер (индикатор) соответствующего сбоя (см. описание регистра РВ).

Передача информации на вход В БА. Тракт передачи информации из регистров каналов на вход В арифметического блока контролируется в точке К1. Сигнал ошибки, обнаруженный в этой точке, вызывает установку в единичное состояние второго разряда регистра ошибок (Р0) ЦП (Ошибка в регистре В БА), по которому текущая последовательность микрокоманд ЦП прерывается и выполняется переход к обработке аппаратных ошибок.

В основном в регистрах каналов, передаваемых на вход В арифметического блока, хранится служебная информация без контрольного разряда (исключение составляет регистр РЗ КМ и регистры Р5, РФ и Р6 КС). Контрольный разряд (Кр) для этих регистров формируется схемами свертки в момент передачи содержимого этих регистров на вход В арифметического блока.

Передача данных из регистров НЗ ОП в ВУ. В мультиплексном канале данные из регистров НЗ в ВУ передаются через регистр Р2 и контролируются в точках КЗ и К6.

В селекторном канале данные из оперативной памяти поступают через регистры НЗ, буфер данных РФ4–РФ0, и эта передача контролируется в точках КЗ, КН. Ошибка, обнаруженная в точках КЗ, К6, К11, вызывает установку соответствующих триггеров в регистре РБ и прекращает передачу данных.

Передача данных от ВУ в регистры НЗ ОП. В мультиплексном канале данные от ВУ заносятся в регистр РЗ и передаются через регистр Н или З в оперативную память. Этот тракт передачи контролируется в точках КЗ и К5. В КС данные от ВУ принимаются в регистр РФ4 буфера данных, продвигаются вдоль буфера данных в регистры РФ0 и РФ1. Затем содержимое регистров и РФ0 и РФ1 (или только РФ0) передается в регистры НЗ оперативной памяти и контролируется в точках КЮ, К11 и КЗ.

Передача информации из регистра адреса (РЯ) КС и регистр МН ОП. Передача адреса данных из регистров Р7, Р8, Р9 (в целом регистр РЯ) селекторного канала контролируется в точке К2. Сигнал ошибки, выработанный в точках контроля, поступает в 6 узел контроля мультиплексного или селекторного канала, который содержит регистры ошибок РБ и РЕ. При этом операция ввода – вывода либо прекращается, либо завершается под управлением текущего КСК. ЦД и ЦК подавляются. Прекращение или

продолжение операции ввода – вывода зависит от времени обнаружения ошибки и места точки контроля, выработавшей ошибку.

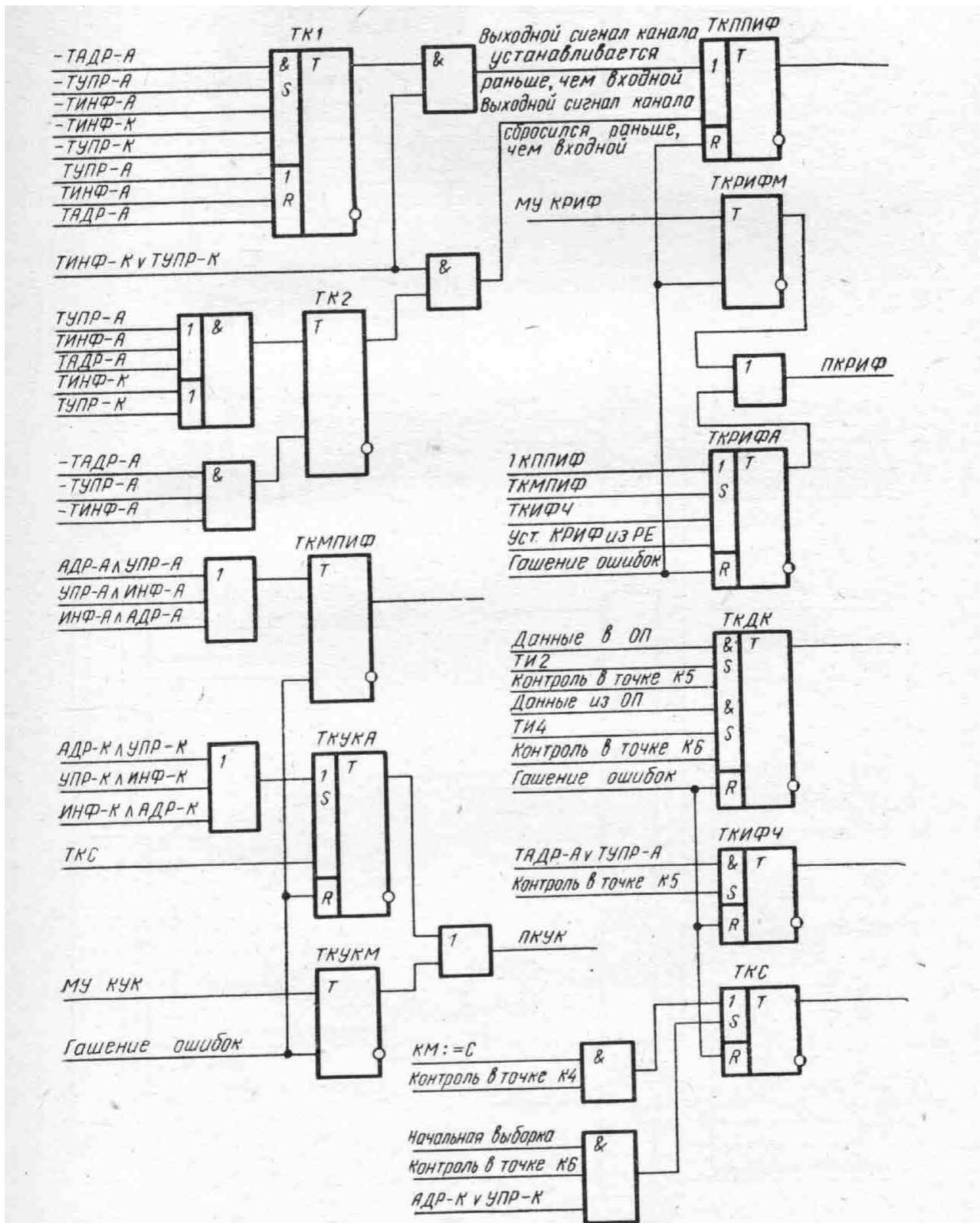


Рис. 7.5. Регистр ошибок РЕ мультиплексного канала

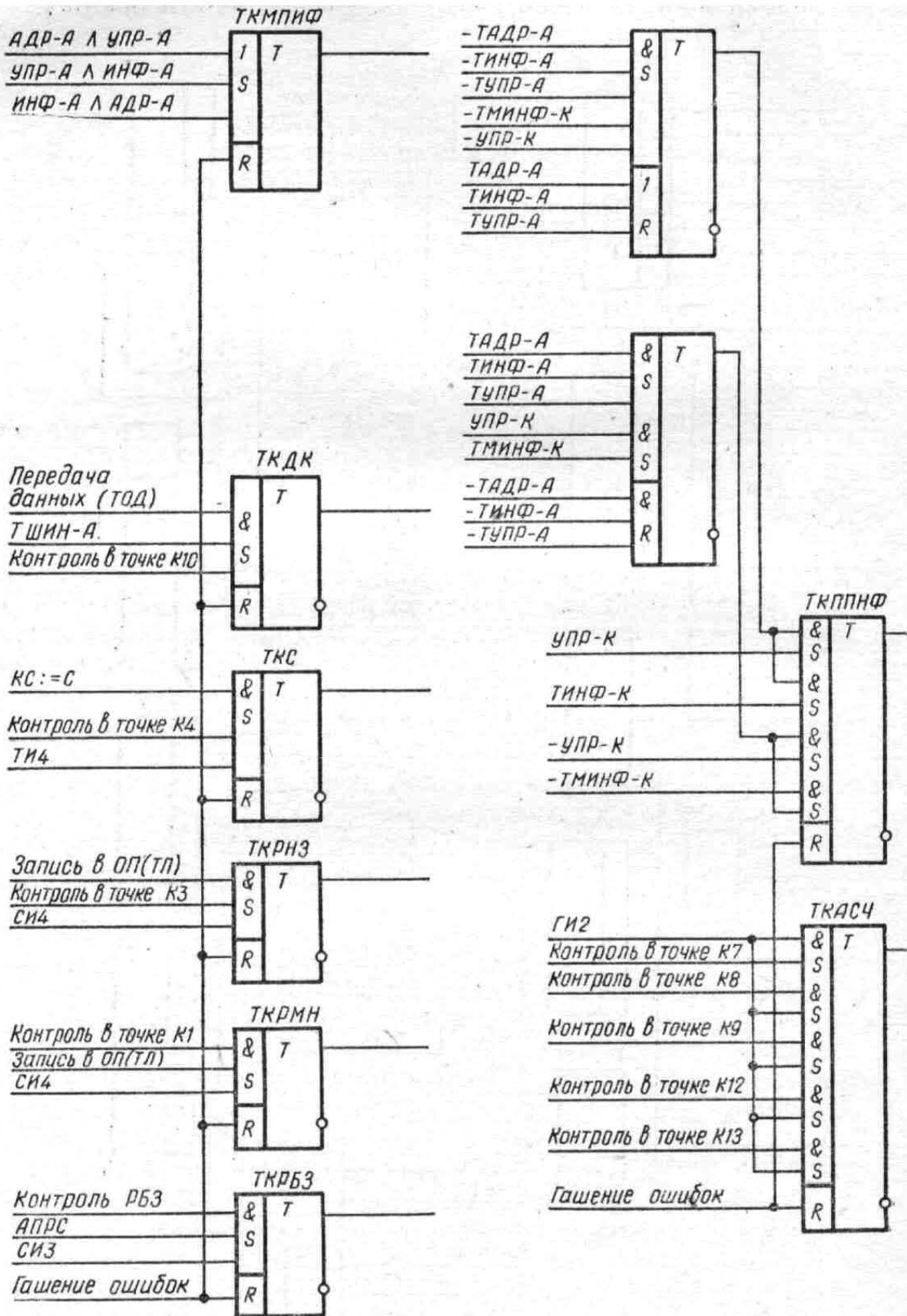


Рис. 7.6. Регистр ошибок РБ селекторного канала

Таблица 7.3

Название	Причины	Источник	Установка бита состояния.
Регистр РЕ КМ			
Контроль последовательности признаков интерфейса (ТКПИФ)	Ошибка в работе регистра Р4 и РГ или интерфейса ввода-вывода	Выходной признак на шинах интерфейса установился раньше, чем соответствующий входной Выходной признак на шинах интерфейса сбросился раньше, чем соответствующий входной	КРИФ S6 = 1
Контроль множества признаков интерфейса (ТКМПИФ)	Ошибка в работе интерфейса ввода-вывода	На шинах интерфейса присутствуют одновременно: АДР-А и УПР-А; УПР-А и ИНФ-А; ИНФ-А и АДР-А	КРИФ S6 = 1
Контроль шин С БА (ТКС)	Байт информации, переданный с шин С БА, имеет Неверный контрольный Разряд Во время начальной выборки ВУ байт команды или адрес ВУ имеет неверный контрольный разряд	Неверный контрольный разряд в точке К4 Неверный контрольный разряд в точке К6	КУК S5 = 1
Контроль интерфейса по четности (ТКИФЧ)	Адрес или байт состояния ВУ имеет неверный контрольный разряд	Неверный контрольный разряд в точке К5: ТАПР-А = 1 ТУПР-А = 1	КРИФ S6 = 1
Контроль данных канала (ТКДК)	Байт данных, переданный через интерфейс в ВУ, или принятый от ВУ, имеет неверный контрольный разряд	Неверный контрольный разряд в точке К5 или К6	КДК S4 = 1
Контроль управления канала (ПКУК)	ТКУКА= 1, если ТКС= 1 или на шинах интерфейса присутствуют совместно: АДР-К и УПР-К; УПР-К и ИНФ-К; ИНФ-К и АДР-К Микропрограммными средствами КМ обнаружен сбой в работе КМ	ГКУКА = 1 ТКУКМ = 1	КУК S5 = 1
Контроль работы интерфейса (ПКРИФ)	Установка ТКРИФА выполняется если: ТКПИФ = 1 ТКМПИФ = 1 ТКИФЧ = 1 Из регистра РЕ КМ принят сигнал установки КРИФ (см. регистр КМ) Микропрограммными средствами КМ	ТКРИФА = 1 ТКРИФМ = 1	КРИФ S6=1

	обнаружен сбой в работе интерфейса ввода-вывода		
Регистр РЕКС			
Контроль адреса и счетчика (ТКАСЧ)	Регистр адреса данных РЯ или счетчик байт РСЧ содержит неверный контрольный разряд	Неверный контрольный разряд в одной из точек: К7, К8, К9, К12, К13	КУК S5 = 1
Контроль множества признаков интерфейса (ТКМПИФ)	Ошибка в работе интерфейса ввода-вывода	На шинах интерфейса присутствуют одновременно: УПР-А и АДР-А; АДР-А и ИНФ-А; ИНФ-А и УПР-А	КРИФ S6 = 1
Контроль последовательности признаков интерфейса (ТКППИФИ)	Ошибка в работе регистра Р4 или РГ или интерфейса ввода-вывода	Выходной признак на шинах интерфейса установлен раньше, чем соответствующий входной Выходной признак на шинах интерфейса сбросился раньше, чем соответствующий входной	КРИФ S6 = 1
Контроль шин С БА (ТКС)	Байт данных, переданный с шин С БА, имеет неверный контрольный разряд	Неверный контрольный разряд в точке К4	КУК S5 = 1
Контроль регистра НЗ ОП (ТКРНЗ)	При выполнении АПРС регистр НЗ содержит неверный контрольный разряд	Неверный контрольный разряд в точке К3	КУК S5 = 1
Контроль регистра МН ОП (ТКРМН)	При передаче адреса данных обнаружен неверный контрольный разряд	Неверный контрольный разряд в точке К2	КУК S5=1
Контроль регистра ВЗ (ТКВЗ)	При выполнении АПРС в РВЗ обнаружен неверный контрольный разряд	Неверный контрольный разряд в РВЗ	КУК S5=1

Таблица 7.4.

Название	Причина	Источник
Первый триггер перерыва в работе интерфейса по сигналу ВВР-К (ТП1ВВР-К)	Регистр РЕКС В начальной выборке ВУ на сигнал ВВР-К нет ответа	Триггер блокировки ВВР-К=1 (ТВВВР-К=1) ТУПР-А=0 ТНУ=0 (неполученного ВУ) ТРАБ-А=0 ТВВР-К=1
Второй триггер перерыва в работе интерфейса по сигналу ВВР-К (ТП2ВВР-К)	В ответ на сигнал ТРБ-А канал выдал сигнал ВВР-К и не получил ответа	ТВВР-К=1 ТРАБ-А=0 ТВВВР-К=0
Первый триггер перерыва в работе интерфейса по сигналу ИНФ-К (ТП1ИНФ-К)	В ответ на сигнал ИНФ-К не сняло УПР-А	ТИНФ-К=1 ТУПР-А=1
Второй триггер перерыва в работе интерфейса по сигналу ИНФ-К (ТП2ИНФ-К)	Во время передачи данных в ответ на сигнал ИНФ-К ВУ не сняло ИНФ-А	ТИНФ-К=1 ТИНФ-А=1
Первый триггер перерыва в работе интерфейса по сигналу УПР-К (ТП1УПР-К)	ВУ не сняло ИНФ-А в ответ на сигнал УПР-К	ТУПР-К=1 ТИНФ-А=1
Второй триггер перерыва в работе интерфейса по сигналу УПР-К (ТП2УПР-К)	В обслуживании байта состояния ВУ не снимает УПР-А в ответ на сигнал УПР-К	ТУПР-К=1 ТУПР-А=1
Триггер перерыва в работе интерфейса по сигналу РАБ-А	В начальной выборке ВУ после установки ТВВРУ присутствует	ТРАБ-А=1 ТАДР-А=0

(ТПРАБ-А)	ложный сигнал РАБ-А	ТЦП-0 ТВВРУ=1
Триггер перерыва в работе интерфейса (ТПИФ)	В начальной выборке ВУ по еле установки ТВВРУ интерфейс ввода-вывода занят	ПСИФ=0 ТВВРУ=1 ТЦП=0
Первый триггер перерыва в работе интерфейса по сигналу ВВР-К (ТП1ВВР-К)	Регистр РЕКС В начальной выборке ВУ в ответ на ВВР-К канал не по лучил ответного сигнала от ВУ	ВВР-К=1 ТРАБ-А=0 ТУПР-А=0 ТН=1
Второй триггер перерыва в работе интерфейса по сигналу ВВР-К (ТП2ВВР-К)	Канал в ответ на ТРБ-А установил ВВР-К, по которому не получил ответа от ВУ	ТРАБ-А=0 ТН=0 ТВВ1-К=1
Первый триггер перерыва в работе интерфейса по сигналу ИНФ-К (ТП1ИНФ-К)	В ответ на сигнал ИНФ-К ВУ не сняло УПР-А	ТУПР-А=1 ТИНФ-К=1
Второй триггер перерыва в работе интерфейса по сигналу ИНФ-К (ТП2ИНФ-К)	Во время передачи данных в ответ на сигнал ИНФ-К ВУ не сняло ИНФ-А	ТИНФ-К=1 ТИНФ-А=1
Триггер перерыва в работе интерфейса по сигналу УПР-К (ТПУПР-К)	В ответ на УПР-К ВУ не сняло ИНФ-А или УПР-А	ТУПР-К=1 ТИНФ-А=1 ТУПР-А=1
Триггер перерыва в работе интерфейса по сигналу ИНФ-К (ТПИНФ-К)	Во время выполнения передачи данных в течение 30с нет на шинах интерфейса сигналов ВУ	ТОД=1 ТИНФ-А=0 ТУПР-А=0 ТИНФ-К=0

7.3.2. Ошибки в работе логических схем каналов и интерфейса ввода – вывода

Регистр ошибок РБ. Регистр ошибок РБ содержит индикаторы (триггеры), которые устанавливаются при обнаружении ошибок;

в трактах передачи и хранения информации; в работе логических •схем канала и интерфейса ввода-вывода. Эти ошибки обнаруживаются как аппаратными, так и микропрограммными средствами. По содержимому регистра РБ формируется соответствующий байт состояния канала.

На рис. 7.5. и 7.6 показаны схемы регистров РБ мультиплексного и селекторного каналов соответственно. В табл. 7.3 приведены содержимое и условия установки триггеров регистра РБ мультиплексного и селекторного каналов.

Регистр ошибок РЕ. Подключение ВУ к каналу и передача данных между ними, как уже отмечалось, осуществляется через интерфейс ввода-вывода по принципу запрос – ответ. При неисправности ВУ или интерфейса ввода – вывода может оказаться, что ВУ не ответит на запрос канала. Для контроля своевременного получения сигналов от ВУ канал содержит аппаратные и микропрограммные средства контроля, которые контролируют временную последовательность сигналов, получаемых от ВУ.

Аппаратные средства контроля включают регистр ошибок РЕ и счетчик времени. Последний запускается сигналами канала или ВУ, передаваемыми на шины интерфейса ввода-вывода и сбрасывается сигналами от ВУ и канала. В мультиплексном канале задержка ответа от ВУ не должна превышать 32 мкс, в селекторном – 30 с (см. пл. 3).

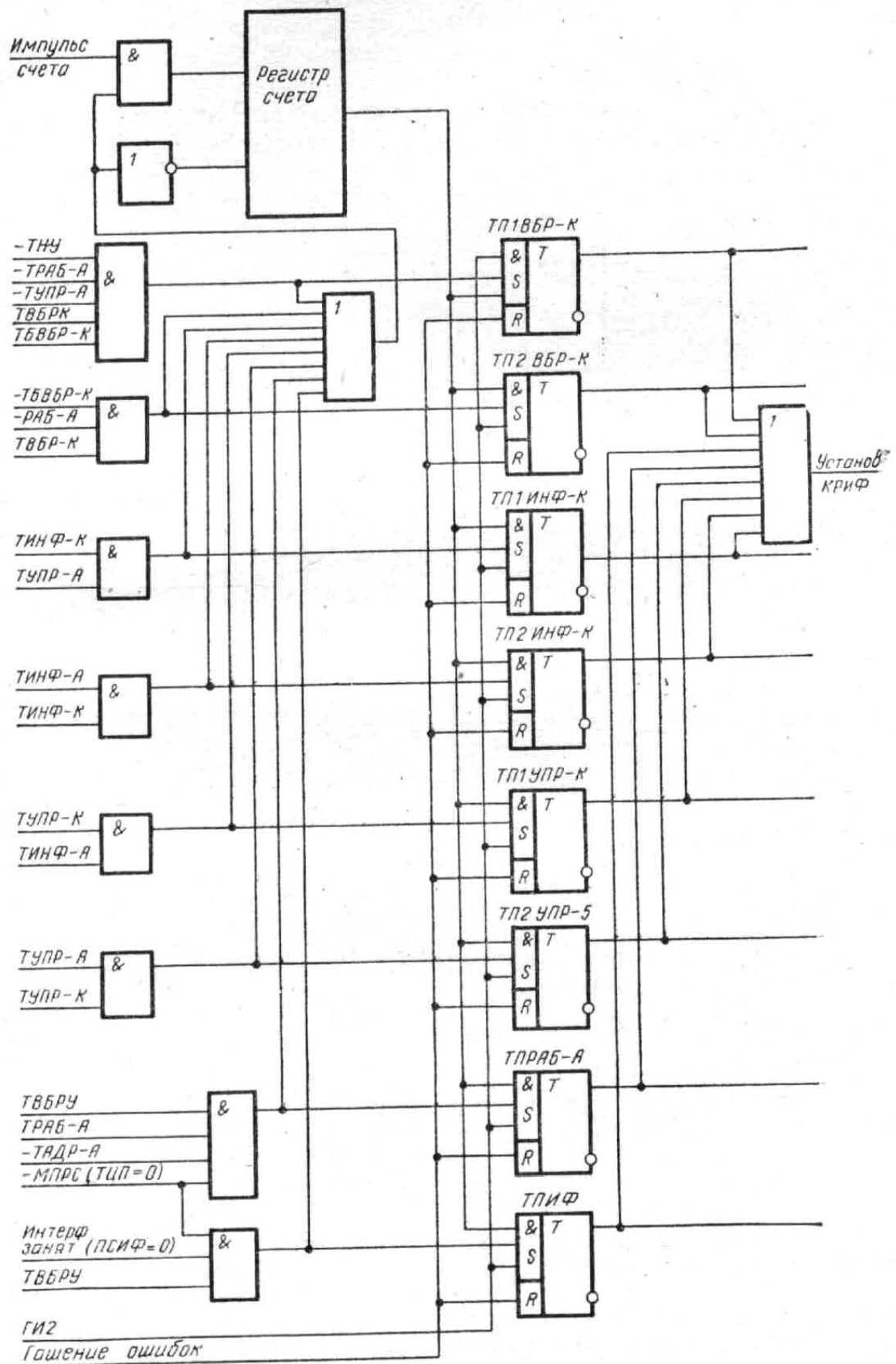


Рис. 7.7. Регистр ошибок РЕ мультиплексного канала

Единичное состояние одного из триггеров регистра РЕ вызывает установку ТКРИФ

в регистре РЕ соответствующего канала.

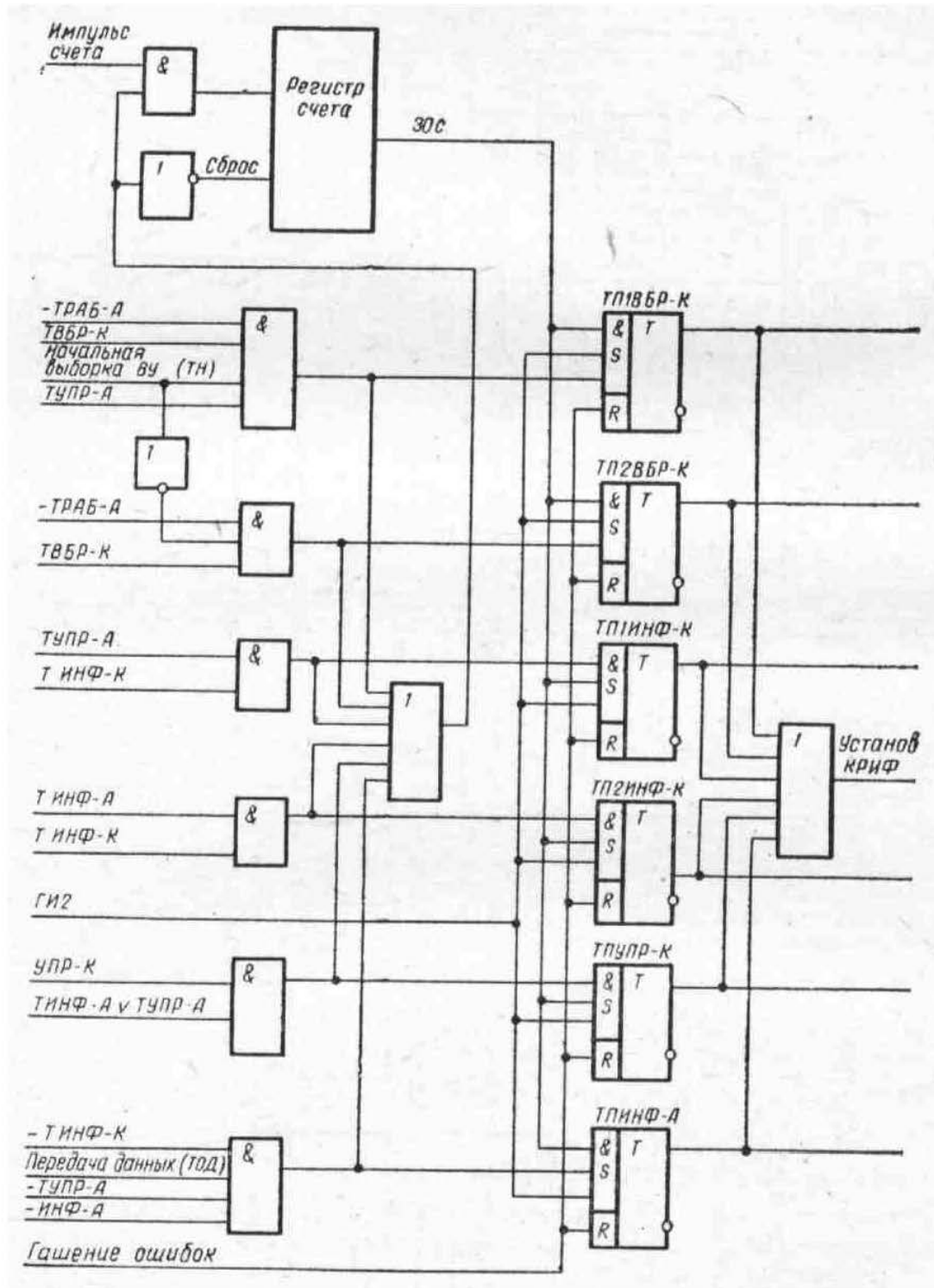


Рис. 7.8. Регистр ошибок РЕ селекторного канала

На рис. 7.7 и 7.8 показаны схемы регистра РЕ мультиплексного и селекторного каналов соответственно.

В табл. 7.4 приведены значения триггеров и условия ил установки в мультиплексном и селекторном каналах.

7.3.3. Ошибки в работе логических схем блока управления каналами

Как уже отмечалось, блок управления каналами управляет Передачей

управляющей информации между каналами и ЦП; передачей данных между каналами и оперативной памятью; приоритетом запросов на выполнение АПРС и МПРС. С целью контроля выполнения этих функций блок управления каналами включает схему контроля БУК (рис. 7.9), содержащую три триггера:

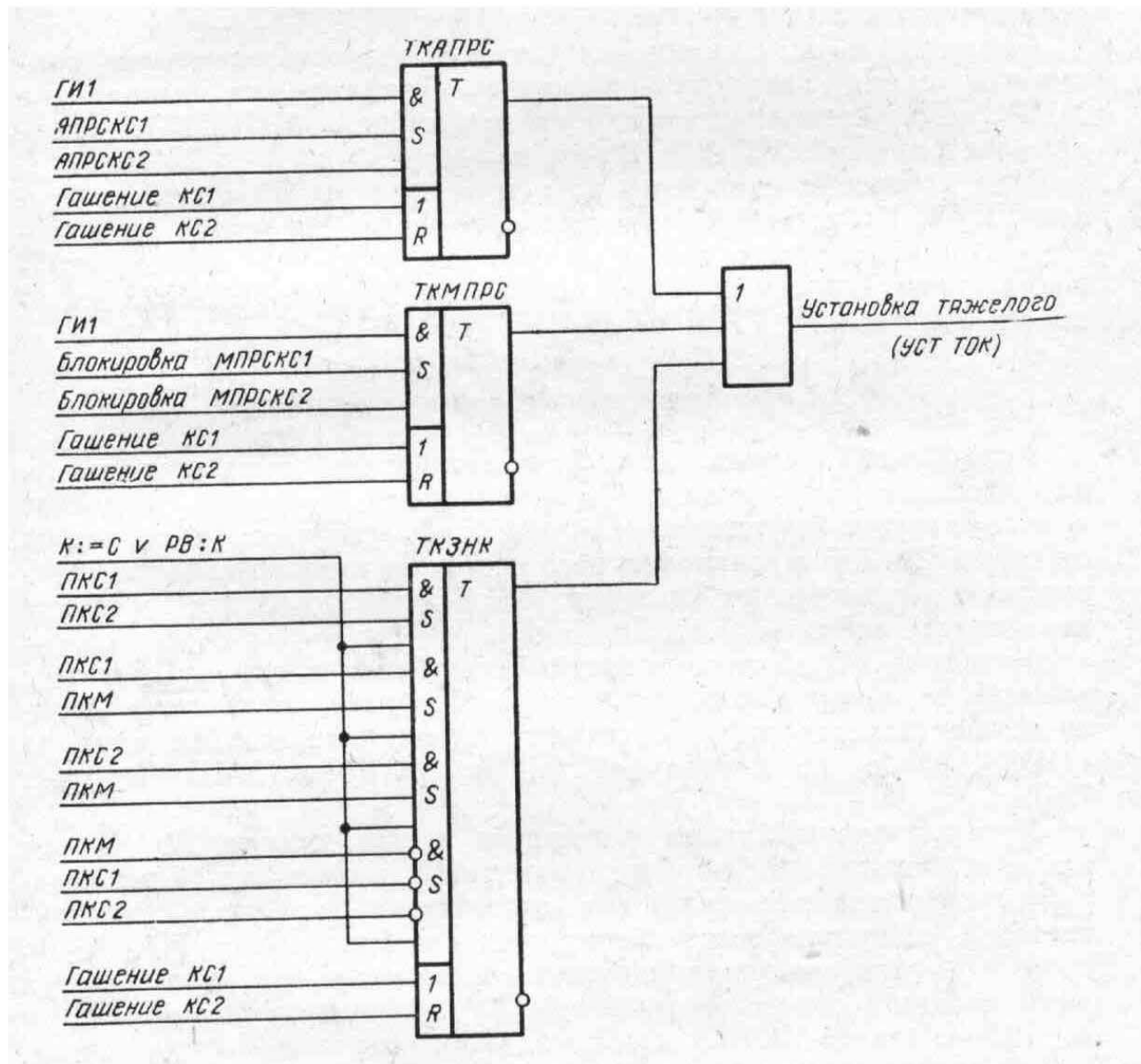


Рис. 7.9. Контроль блока управления каналами

триггер контроля передачи управляющей информации между каналами и ЦП (ТКЗНК);

триггер контроля выполнения АПРС (ТКАПРС);

триггер контроля выполнения МПРС (ТКМПРС). Триггер ТКЗНК контролирует правильность установки признаков каналов на всех этапах выполнения операции ввода-вывода.

Этот триггер устанавливается в единичное состояние, если при передаче управляющей информации между каналом и ЦП в регистре БС установлено более одного или ни одного признака канала.

Триггер ТКДПРС контролирует правильность формирования признаков работы селекторных каналов на этапе передачи данных между селекторным каналом и

оперативной памятью. Этот триггер устанавливается в единичное состояние, если при передаче данных блок управления выработал два признака работы селекторных каналов (АПРСК1 и АПРСК2).

Триггер ткмпрс контролирует правильность установки приоритета среди запросов селекторных каналов на выполнение МПРС. Он устанавливается, если выполнение МПРСК1 прервано выполнением МПРСК2 или наоборот.

При установке одного из этих триггеров вырабатывается сигнал УСТТОК (установка триггера «тяжелого» останова), по которому ЦП переходит в режим «тяжелого» останова. После устранения неисправности в БУК работа на модели ЕС-1020 начинается с процедуры ГАШЕНИЕ СИСТЕМЫ.

7.3.4. Обнаружение аппаратных ошибок

Аппаратные ошибки в работе логических схем каналов и интерфейса ввода-вывода обнаруживаются микропрограммными и аппаратными средствами каналов и фиксируются в регистрах ошибок РЕ и РБ мультиплексного или селекторного каналов соответственно и вызывают установку 54, S5 или S6 в байте состояния канала (см. табл. 7.3, 7.4).

Методика обработки аппаратной ошибки зависит от места и времени ее обнаружения. Переход к обработке аппаратной ошибки осуществляется либо по сигналу «Машинная ошибка канала» (МОК), либо по сигналу «Установка МПРС» (УМПРС) (рис. 7.10).

Мультиплексный канал формирует всегда сигнал МОК, так как его оборудование и оборудование ЦП совмещено. При обнаружении аппаратной ошибки в селекторном канале устанавливается в единичное состояние триггер ошибки канала ТОШК, по которому, если ошибка обнаружена в момент передачи данных (нет признака начальной выборки ВУ), формируется запрос на .МПРС (сигнал УМПРС) для того, чтобы сначала войти в микропрограммную приостановку, а затем по коду 00H регистра КП перейти к обработке аппаратных ошибок. Во всех других случаях: в начальной выборке ВУ (ТН=1); при выполнении команды SIO в момент установления связи с ВУ (ТВВРУ = 1); при выполнении МПРС за исключением цикла загрузки и разгрузки содержимого регистров ЦП (ТОВМ=1) формируется сигнал МОК и признак начальной выборки ВУ ; (ПНВ).

Сигнал МОК поступает в ЦП, по которому текущая последовательность микрокоманд ЦП прерывается, формируется такт ХИ, в котором в адресный регистр постоянной памяти (РАПП) заносится фиксированный адрес 008. Этот адрес является начальным адресом микропрограммы обработки машинных ошибок, с помощью которой локализуется источник ошибки и осуществляется переход к обработке аппаратных ошибок мультиплексного селекторного или каналов, или к обработке ошибок ЦП (если машинная ошибка была обнаружена в схемах процессора).

По сигналу УМПРС осуществляется стандартный переход к МПРС, при выполнении которой по коду 0011, установленному КП, происходит переход к обработке аппаратных ошибок канала.

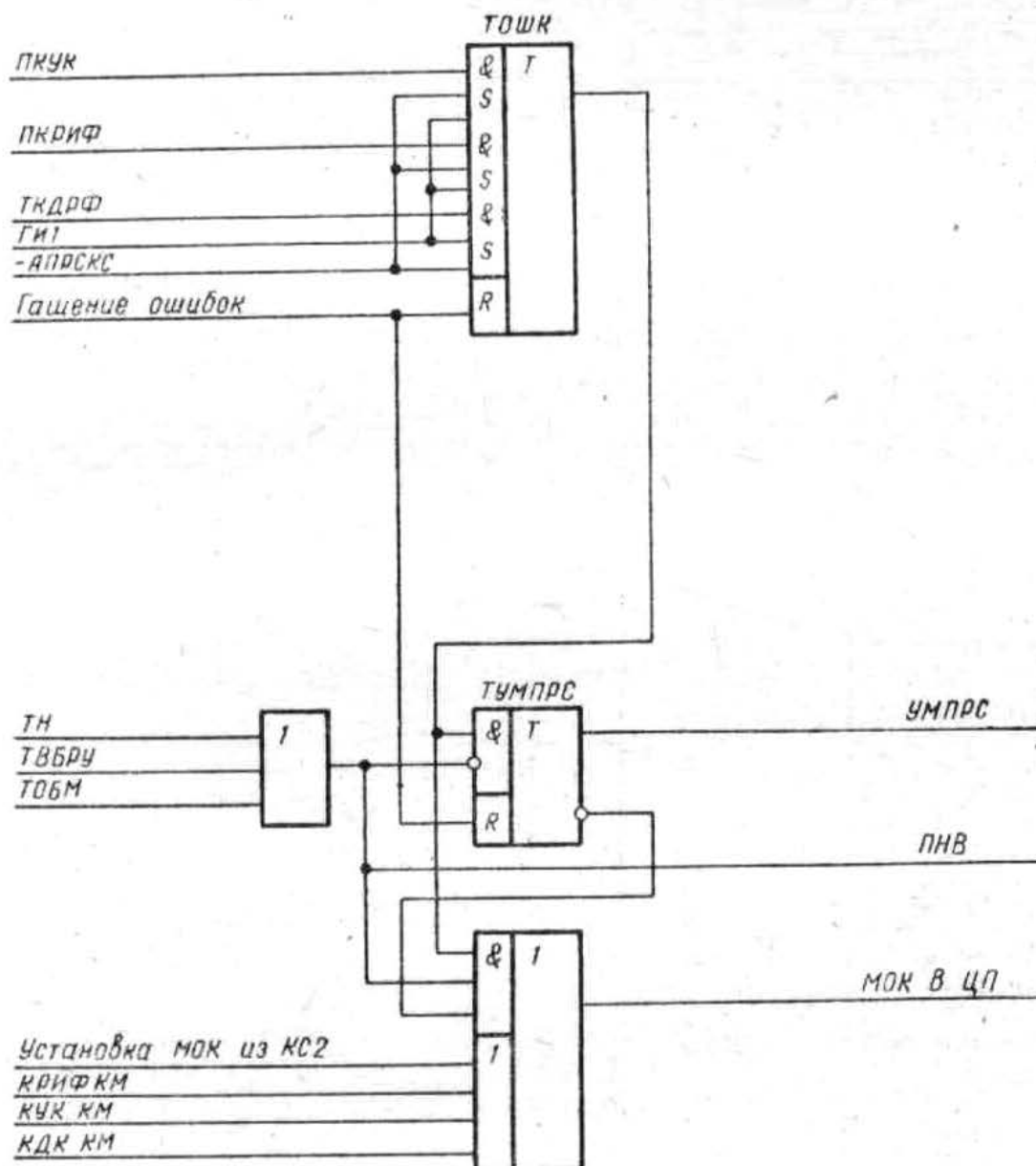


Рис. 7.10. Формирование сигнала МОК

При выполнении микропрограмм каналов ошибка, обнаруженная в регистре ошибок ЦП (РО), вызывает прерывание текущей микропрограммы и переход к микропрограмме обработки машинных ошибок, анализирующей источник ошибки и выполняющей переход к обработке аппаратных ошибок КМ или КС.

Появление ошибок типа КУК, КРИФ или КДК всегда вызывает запись информации о сбое в диагностическую область каналов (рис. 7.11). Последняя занимает 10 ячеек оперативной памяти для каждого канала. Мультиплексный канал занимает ячейки 81-8А, селекторный - 8В-94, второй селекторный - 95-9Е. Содержимое диагностической области каналов отражает состояние регистров каналов и интерфейса ввода-вывода в момент обнаружения ошибки, что позволяет локализовать место и тип неисправности в канале.

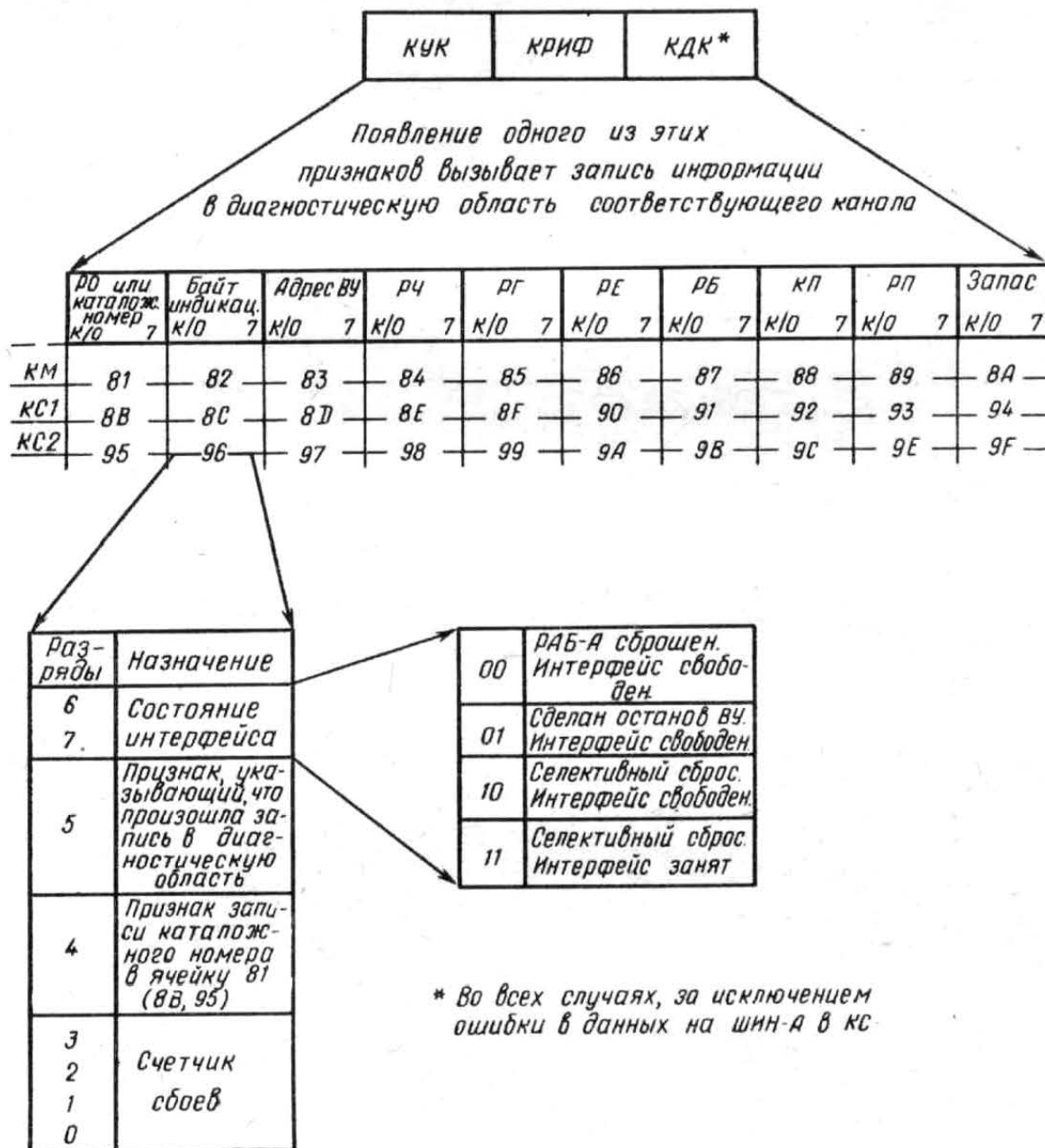


Рис. 7.11. Содержимое диагностической области каналов КМ и КС

В первую ячейку диагностической области канала записывается содержимое регистра ошибок ЦП (РО) или каталожный номер ошибки (табл. 7.5). Тип информации, записанный в первую ячейку, указывается в 4-м разряде байта индикации, который формируется микропрограммно и записывается в следующую ячейку диагностической области канала. Каждой ошибке, возникающей в канале, присвоен отдельный каталожный номер.

Таблица 7.5

Типы ошибок	Каталожный номер	
	в КС	в КМ
Ошибка, обнаруженная аппаратными средствами	FF	FF
Аппаратная ошибка при передаче данных	9	-
Множество входных признаков интерфейса в начальной выборке ВУ	10	10
Во время выполнения ЦК ВУ занято	20	20

Во время выполнения ЦК получен из интерфейса сигнал ВВР-А	21	21
Нет повторной выборки ВУ при выполнении ЦК	22	22
В последовательности занятого ВУ, сигнал УПР-А не снимается	23	23
Недействительный ответ от ВУ во время выполнения прерывания по вводу-выводу типа ВУ КОНЧИЛО	25	25
В начальной выборке ВУ адрес ВУ, переданный в ВУ и принятый от ВУ, не совпадают	26	26
В начальной выборке ВУ из ВУ не получен сигнал УПР-А	27	27
В начальной выборке ВУ нет отсоединения ВУ от канала	28	28
По команде ОСТАНОВ ВУ не отключается от канала	29	29
В начальной выборке ВУ нет сигнала АДР-А от ВУ	2В	2В
При выполнении ПЗП (IPL) получен ВВР-А	2С	2С
При выполнении ПЗП (IPL) получен УПР-А	2Д	2Д
После передачи байта состояния ВУ нет снятия РАВ-А	32	-
При выполнении ПЗП (IPL) получен ненулевой байт состояния ВУ в начальной выборке ВУ	33	33
Недействительное значение регистра КП	34	-
Недействительный адрес МП	-	35
Перерыв в работе интерфейса, обнаруженный микропрограммными средствами	36	36

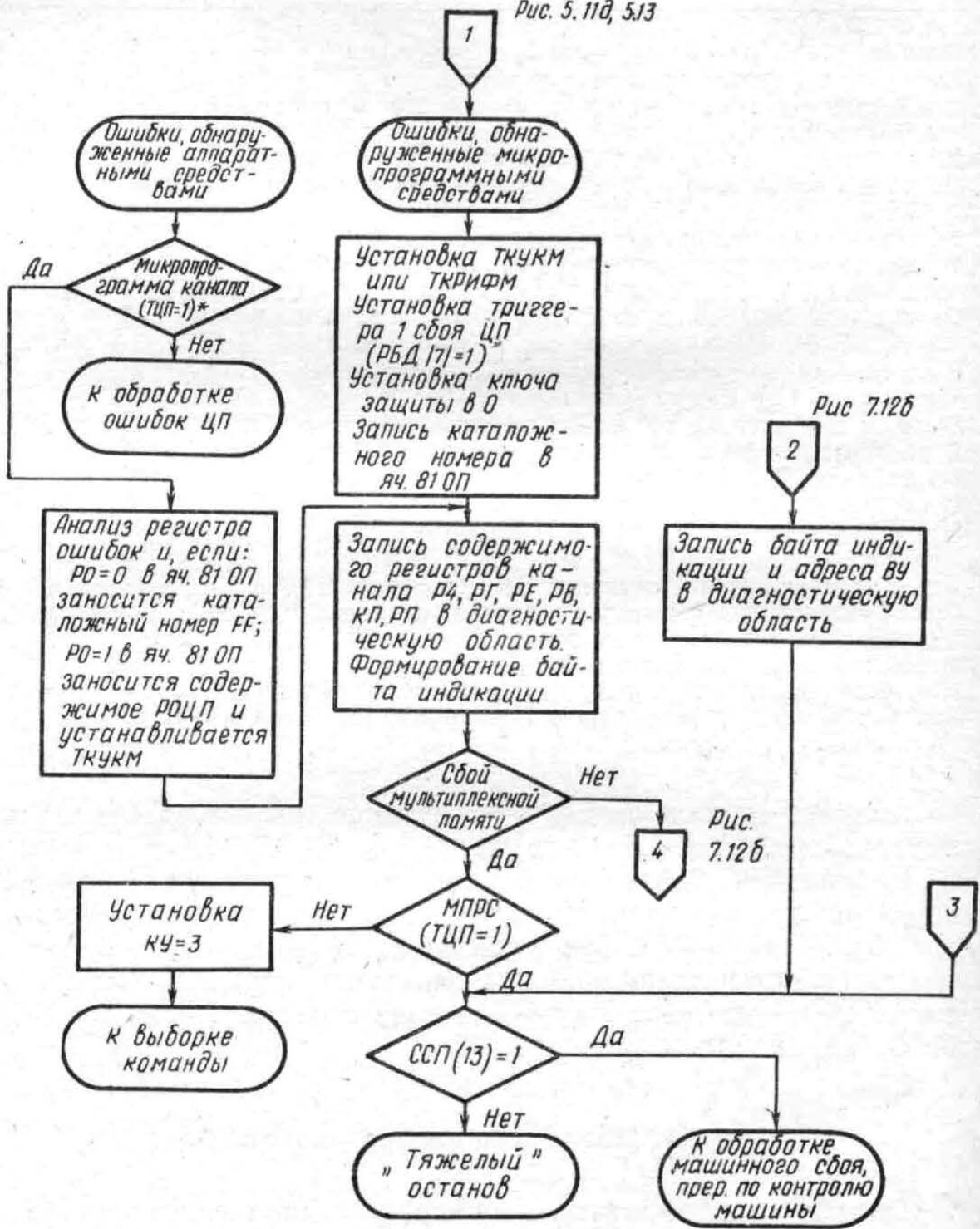
Перечень типов ошибок и соответствующие им каталожные номера приведены в табл. 7.5.

Разряд 5-й байта индикации устанавливается всякий раз, когда информация записывается в диагностическую область каналов. Разряды 0-3 байта индикации служат для подсчета числа сбоев. Предпринятые каналом действия для отключения ВУ и состояние интерфейса ввода-вывода отражают разряды 6-й и 7-й байта индикации.

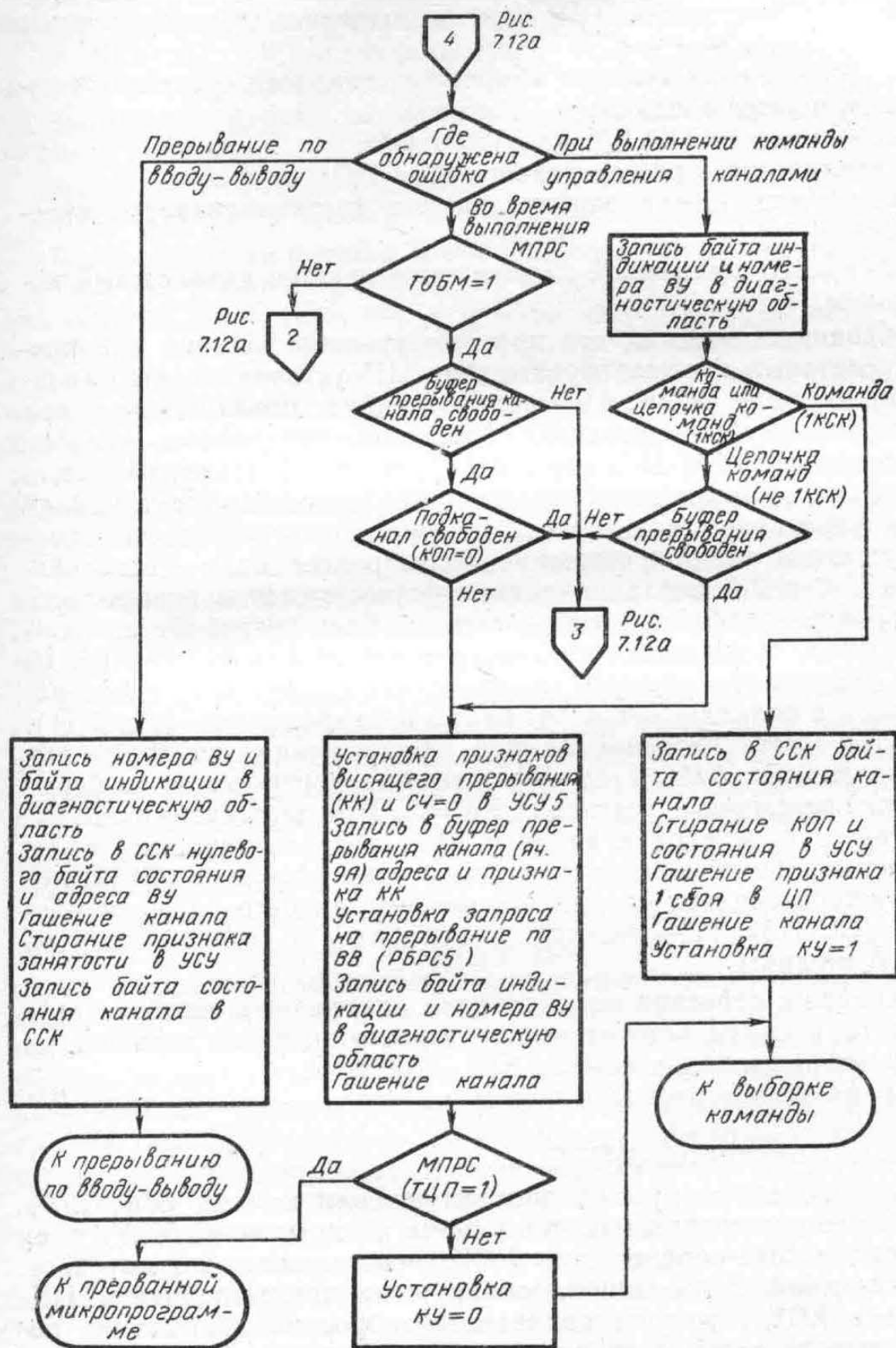
7.3.5. Обработка аппаратных ошибок

Обработка аппаратных ошибок мультиплексного канала. Алгоритм обработки аппаратных ошибок в мультиплексном канале показан на рис. 7.12. Возможен аппаратный и микропрограммный вход в микропрограмму обработки аппаратных ошибок мультиплексного канала. При обнаружении ошибки аппаратными средствами анализируется содержимое регистра ошибок ЦП. В случае, когда $PO = 0$, в ячейку 81 оперативной памяти заносится каталожный номер FF. При $PO \neq 0$ содержимое PO записывается в ячейку 81 оперативной памяти и это означает, что ошибка произошла в оборудовании ЦП при выполнении микропрограммы канала.

Рис. 5.11а, 5.13



* При выполнении S10, T10, H10 - ТЦП=0



б

Рис. 7.12. Алгоритм обработки аппаратных ошибок в мультиплексном канале: а - начало; б - продолжение

При обнаружении ошибки микропрограммными средствами канала выполняются следующие действия:

устанавливается ТКУКМ или ТКРИФМ;

устанавливается триггер первого сбоя ЦП;

сбрасываются ключи защиты памяти (устанавливается нулевой ключ);

в ячейку 81 оперативной памяти записывается каталожный номер ошибки.

Необходимо отметить, что при обнаружении ошибки аппаратными средствами триггер первого сбоя ЦП устанавливается аппаратно по сигналу МОК. Повторная ошибка, обнаруженная при выполнении микропрограммы обработки аппаратных ошибок (триггер первого сбоя ЦП установлен), вызывает «тяжелый» останов процессора. Затем записывается содержимое регистров канала и блока управления каналами в диагностическую область каналов. При этом микропрограммно формируется байт индикации. Разряды 6-й и 7-й байта индикации формируются в зависимости от состояния интерфейса ввода-вывода. Если интерфейс ввода-вывода занят, то выдается последовательность отключения ВУ от канала. Результат действий канала и состояние интерфейса записывается в разряды 6-й и 7-й байта индикации (см. рис. 7.11).

Ошибка мультиплексной памяти, обнаруженная во время выполнения команд SIO, TIO, NIO, вызывает переход к выборке следующей команды и установку КУ=3. При выполнении МПРС осуществляется переход к анализу 13-го разряда текущего ССП. Если прерывание по контролю машины замаскировано (ССП 13 = 0), то производится «тяжелый» останов процессора, если разрешено (ССП13=1) — переход к обработке и прерыванию по контролю машины.

Дальнейшие действия по обработке аппаратных ошибок зависят от того, в каком режиме работы канала возникла ошибка:

во время выполнения команд SIO, TIO, NIO;

во время обработки прерывания по вводу — выводу типа ВУ КОНЧИЛО;

во время выполнения МПРС.

Если ошибка обнаружена при выполнении команд SIO, TIO, NIO, анализируется признак программы в адресуемом УСУ, т. е. для команды SIO определяется КСК, под управлением которого обнаружен сбой. Если ошибка обнаружена при выполнении ЦК (не первое КСК), то устанавливается запрос на прерывание по вводу — выводу с целью предоставления программе ЦП информации о случившемся сбое в канале. При этом выполняются следующие действия:

в УСУ устанавливается признак необработанного прерывания (КК=1) и признак СЧ = 0;

в буфер прерывания МК (9А ячейка локальной памяти) записывается адрес ВУ и признак типа прерывания;

в регистре BR устанавливается запрос на прерывание по вводу-выводу КМ;

записывается байт индикации и адрес ВУ в диагностическую область КМ;

выполняется гашение канала;

устанавливается КУ=0;

осуществляется переход к выборке следующей команды. Если же установить

запрос на прерывание по вводу-выводу невозможно из-за того, что в буфере прерывания по вводу – выводу КМ уже установлен запрос, то осуществляется переход к анализу маски контроля машины. Если бит маски контроля установлен (ССП13=1), то осуществляется переход к прерыванию по контролю машины, в противном случае машина переходит в режим «тяжелого» останова. Последний случай означает, что ошибка в работе канала обнаружена в тот момент времени, когда состояние канала не может быть представлено программе ЦП.

В случае выполнения команд (первое КСК) микропрограмма записывает байт состояния канала в ССК; освобождает подканал (КОП=0 в УСУ); выполняет гашение канала; устанавливает КУ = 1; переходит к выборке следующей команды.

В случае выполнения программы прерывания по вводу-выводу, когда установлена связь с ВУ по интерфейсу ввода – вывода, микропрограмма записывает номер ВУ и байт индикации в диагностическую область КМ, нулевой байт состояния и адрес ВУ в ССК, байт состояния канала в ССК; освобождает подканал (КОП=0 в УСУ); выполняет гашение канала; переходит к программе прерывания по вводу – выводу.

Во время выполнения МПРС ошибка, обнаруженная в цикле загрузки или разгрузки регистров ЦП (ТОБМ=0), вызывает переход к анализу маски контроля машины, т. е. проверке возможности прерывания по контролю машины, с предварительной записью байта индикации и номера ВУ в диагностическую область мультиплексного канала. Если же ошибка обнаружена не в цикле загрузки или разгрузки регистров ЦП (ТОБМ=1), микропрограмма пытается сообщить об ошибке канала процессору посредством установки прерывания по вводу – выводу. Если запрос на прерывание по вводу – выводу невозможно установить, осуществляется переход к анализу маски контроля машины.

Обработка аппаратных ошибок селекторного канала. Алгоритм обработки аппаратных ошибок в селекторном канале показан на рис. 7.13. Так же как и в мультиплексном канале, вход в микропрограмму обработки аппаратных ошибок селекторного канала осуществляется микропрограммными или аппаратными средствами.

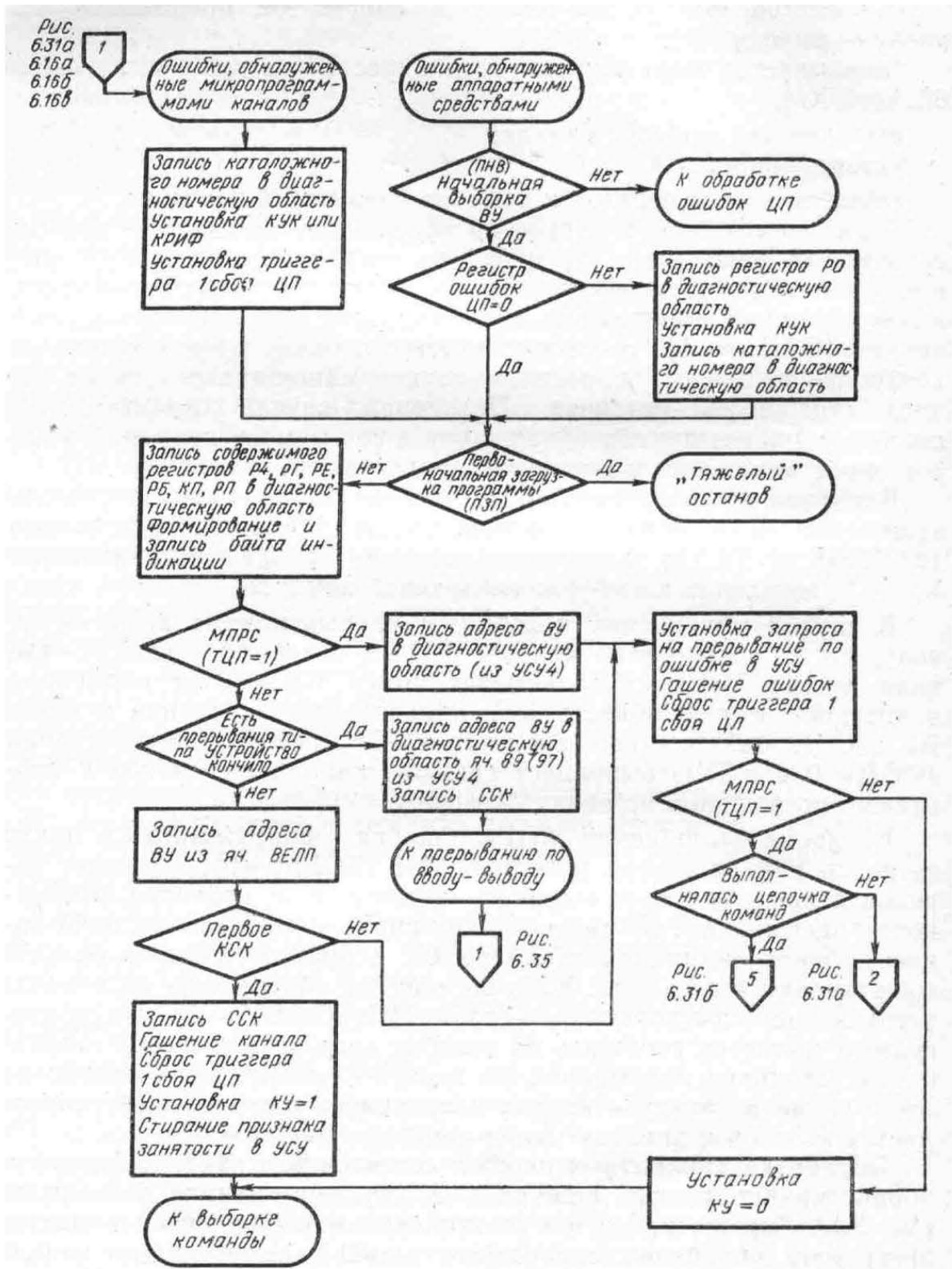


Рис. 7.13. Алгоритм обработки аппаратных ошибок в селекторном канале

В случае обнаружения ошибки микропрограммными средствами выполняются следующие действия:

- записывается каталожный номер ошибки в диагностическую область КС;
- устанавливается триггер первого сбоя ЦП;
- устанавливается ТКУК или ТКРИФ.

Ошибка, обнаруженная во время передачи данных (ТОД=1, ПНВ = 0), вызывает установку запроса на МПРС (см. рис.7.8), по которому осуществляется переход к МПРС, а затем по коду, установленному в регистре КП – переход к обработке аппаратных ошибок КС с предварительной записью каталожного номера ошибки 09.

При наличии признака ПНВ (ТОБМ=1, или ТН = 1, или ТВВРУ=1) информация записывается в диагностическую область селекторного канала. При этом если содержимое регистра ошибок не равно нулю, то оно записывается в диагностическую область и устанавливается ТКУК, если равно нулю, то в диагностическую область записывается каталожный номер ошибки. Необходимо заметить, что любая ошибка, обнаруженная при выполнении программы ПЗП {IPL}, вызывает «тяжелый» останов процессора.

После записи информации в диагностическую область селекторного канала производится формирование ССК в ОП непосредственно при обработке аппаратной ошибки или с помощью прерывания по вводу–выводу в зависимости от того, в какой момент была обнаружена ошибка.

ССК формируется непосредственно при обработке аппаратной ошибки, если ошибка произошла при выполнении операции под управлением первого КСК. Если ошибка произошла при выполнении ЦК (ТЦП=0), то устанавливается КУ =0 и осуществляется переход к выборке следующей команды. Если ошибка произошла при выполнении прерывания по вводу – выводу типа УСТРОЙСТВО КОНЧИЛО и канал уже подключен к ВУ, то после записи ССК осуществляется переход к обработке прерывания по вводу – выводу.

Ошибка, обнаруженная во время выполнения МПРС, вызывает установку запроса на прерывание по вводу–выводу и переход к прерванной микропрограмме ЦП, если ТОБМ = 1, в противном случае (при этом ПНВ=0) –переход к программе ошибок ЦП.

Глава 8 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ КАНАЛОВ ВВОДА–ВЫВОДА

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КАНАЛОВ

Одним из основных критериев оценки ввода–вывода в настоящее время является пропускная способность, под которой понимается максимальное количество информации, которое может быть передано через канал ввода – вывода в единицу времени. Введение такой характеристики оправдано тем, что многие ЭВМ работают в таком режиме, когда они в относительно короткие промежутки времени должны принять или передать большое количество информации, а обработка этой информации ведется процессором в относительно длительные промежутки времени между пиками обмена на фоне малой активности каналов ввода–вывода.

В рамках структурных решений, принятых для каналов ввода –вывода ЕС ЭВМ, максимальная пропускная способность определяется в первую очередь организацией работы каналов с оперативной памятью. В ЭВМ ЕС-1020 оперативная память представляет собой физически единый блок и характеризуется длительностью цикла чтения – записи. Каналы ввода – вывода связаны с памятью единой информационной шиной. При наличии одновременно нескольких запросов на передачу данных очередность обслуживания каналов определяется их приоритетами. Однако в соответствии с логическими функциями канала, описанными в гл. 2, от него, кроме запросов на передачу данных, в процессор будут поступать запросы для выборки очередных КСК при зацеплении по данным или по команде. Для удовлетворения этих запросов занимается определенное время процессора, что может привести к потере информации каким-либо каналом, если все они работали одновременно с максимальной скоростью.

Выборка очередного (нового) КСК по цепочке команд происходит после передачи конечного байта состояния по текущему (старому) КСК. При этом осуществляются следующие действия:

выполнение текущей микропрограммы прерывается, если процессор в момент появления запроса канала на зацепление не выполняет более приоритетную микропрограмму. Содержимое регистров процессора, необходимых каналу, запоминается в локальной памяти (ЦП–ЛП);

считывается из УСУ канала адрес следующего КСК;

считываются первые байты нового КСК и проверяются на код команды ПЕРЕСЛАТЬ В КАНАЛ. Если в новом КСК задана эта команда, то считывается указанный в ней адрес следующего КСК;

проверяется на действительность и загружается в регистры канала (в соответствующий подканал) управляющая информация, указанная в новом КСК. Осуществляется начальная выборка ВУ и передача ему кода новой команды;

формируется УСУ и загружается в МП (или ЛП);

восстанавливается содержимое регистров процессора, запомненных при выполнении шага 1 рассмотренной последовательности действий, и продолжается выполнение прерванной микропрограммы.

Отметим, что увеличение времени обслуживания конечного байта состояния по

старому КСК и выборки нового КСК по цепочке команд из-за одновременно работающих других каналов для большинства ВУ не влияет на работоспособность и характеристики канала. Однако для цепочек команд, зависящих от времени, когда указано предельное время засылки в ВУ (в основном ВУ прямого доступа) двух очередных команд, увеличение указанного времени может привести к срыву работы с заданным ВУ, так как превышение указанного предела времени приводит к прерыванию программы канала и возникновению условий для прерывания по вводу – выводу.

Выборка нового КСК по цепочке данных приводит к появлению дополнительных задержек при удовлетворении процессором запросов каналов на передачу данных, что, естественно, снижает пропускную способность каналов.

Поскольку работа селекторных каналов практически не зависит от работы мультиплексного канала, вначале рассмотрим зависимость пропускной способности селекторных каналов от режимов их работы. Работу каналов будем анализировать на примере выполнения команд ввода (команды вывода выполняются аналогично).

8.2. ОЦЕНКА СЕЛЕКТОРНЫХ КАНАЛОВ

Еще раз рассмотрим работу КС в режиме передачи данных. При появлении запроса КС на передачу данных в ЭВМ ЕС-1020 выполняются следующие действия (шаги):

1. В ЦП приостанавливается выполняемая последовательность действий.
2. Определяется приоритет запросов каналов, если несколько каналов одновременно установили запросы на передачу данных.
3. Из выбранного по приоритету канала выдается адрес памяти и управляющие сигналы (чтение–запись).
4. Производится запись слова из буфера данных канала в ОП или обратная передача данных (из ОП в буфер канала), выполняется модификация адреса данных и счетчика байтов на количество байтов, переданных между ОП и КС за одно подключение канала к ОП.

Если после выполнения шага 4 имеются запросы от этого или другого канала, то выполняются шаги 2–4 рассмотренной выше последовательности действий, если нет, продолжается приостановленная последовательность действий в ЦП.

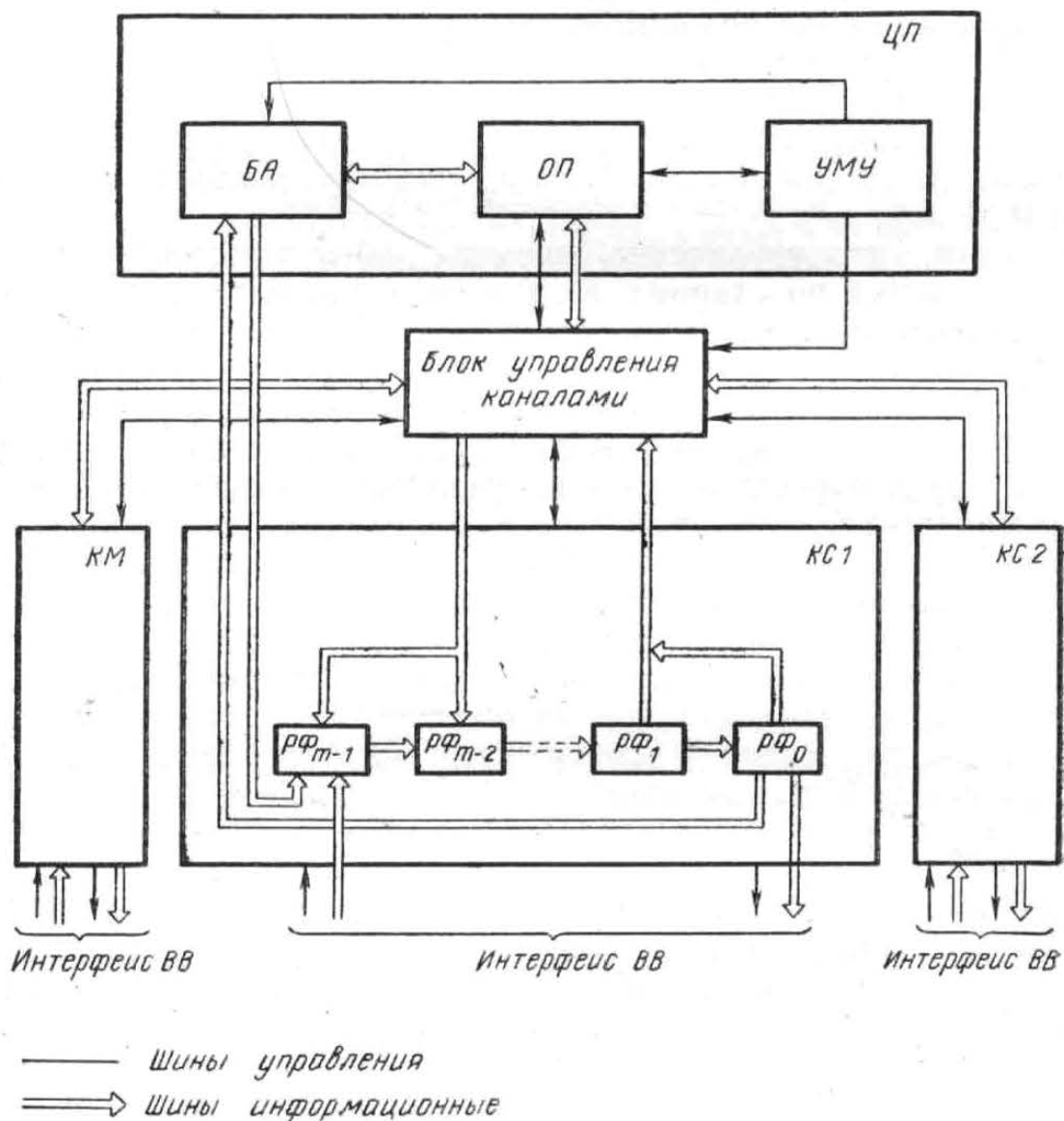


Рис. 8.1. Подключение каналов ввода-вывода к ЦП

Напомним в общем виде работу буфера данных, показанного на рис. 8.1. Этот буфер состоит из m однобайтовых регистров $РФ_0$ – $РФ_{m-1}$. Буферный регистр $РФ_{m-1}$ загружается управляющей информацией из арифметического блока при выполнении начальной выборки ВУ, а также данными, принятыми от ВУ через входные шины интерфейса при выполнении операции ввода. Буферные регистры $РФ_{m-1}$ и $РФ_{m-2}$ загружаются данными из оперативной памяти при выполнении операции записи. Данные в оперативную память при операции считывания выдаются из регистров $рф_1$ и $РФ_0$.

Данные в арифметический блок на выходные шины интерфейса передаются из регистра $РФ_0$ и всегда по одному байту, а между буфером селекторного канала и оперативной памятью—по k байт (где $k \leq b$ —количества байт в слове оперативной памяти).

При выполнении операций ввода-вывода байты данных продвигаются в буфере от $РФ_{m-1}$ к $РФ_m$. За время выполнения одного такта работы КС каждый байт, находящийся в буфере, может быть продвинут до $РФ_0$ или до ближайшего регистра, уже занятого байтом данных. В конце каждого такта определяется положение байт в буфере и при

возможности осуществляется дальнейший сдвиг.

При выполнении операции ввода байт данных, считанный с внешнего носителя ВУ и установленный на входных шинах интерфейса, принимается в буфер данных в том случае, если регистр $R\Phi_{m-1}$ пуст. Как только количество байт, находящихся в буфере, станет равным k ($k \leq b$), селекторный канал формирует запрос в ЦП на передачу k байт данных. Максимальное время, затрачиваемое каналом на формирование запроса $T_{зк}$, начиная от появления k -го байта на входных шинах интерфейса, определяется из следующего выражения:

$$T_{зк} = t_{и} + kt_c \quad (8.1)$$

где $t_{и}$ – время, затрачиваемое селекторным каналом на прием байта данных с входных шин интерфейса в регистр $R\Phi_{m-1}$;

t_c – длительность такта сдвига данных в буфере. Время удовлетворения ЦП запроса КС на передачу данных $T_{уд}$ определяется из следующего выражения:

$$T_{уд} = t_0 + T_{пз} + t_{пз} \quad (8.2)$$

где t_0 – максимальное время задержки начала удовлетворения запроса КС (эта задержка вызвана тем, что ЦП переключается на работу с КС только после завершения очередного цикла обращения к ОП);

$T_{пз}$ – задержка, вызванная обслуживанием ЦП запросов более приоритетного КС или подготовкой новой управляющей информации;

$t_{пз}$ – длительность цикла передачи k байт данных между КС и ОП.

За время удовлетворения запроса КС буфер данных (при $k < m$) может быть полностью заполнен очередными байтами, принятыми с входных шин интерфейса. Как только k байт будут переданы из буфера в оперативную память, осуществляются сдвиги оставшихся $(m-k)$ байт. Так как в рассматриваемой ЭВМ k первых тактов сдвигов выполняются одновременно с циклом передачи данных, то дополнительная задержка, вызванная сдвигами $(m-2k)$ байт и необходимая для подготовки регистра $R\Phi_{m-1}$ для приема очередного байта, составляет

$$T_c = (m - 2k) t_c \quad (8.3)$$

Во избежание переполнения буфера данных ЦП должен удовлетворить запрос КС в течение его допустимого времени ожидания τ , т. е.

$$\tau \geq T_{зк} + T_{уд} + T_c \quad (8.4)$$

Так как τ определяется буфером канала и к моменту формирования запроса КС на передачу данных в буфере уже находилось k байт, то его допустимое время ожидания составляет

$$\tau = [(m+1) - \alpha k] T \quad (8.5)$$

где α – характеристическая переменная ($\alpha = 1$, если КС работает без зацепления по данным, и $\alpha = 0$, если КС работает с зацеплением по данным);

T – интервал времени между появлением двух очередных байт данных на входных шинах интерфейса. Приравнивая правые части формул (8.4) и (8.5), получим выражение, с помощью которого можно определить максимально допустимую пропускную способность селекторного канала:

$$V = 1/T = [(m+1) - \alpha k] / [T_{эк} + T_{уд} + T_c] \quad (8.6)$$

Величины t_u и t_n (в 8.1 и 8.2) не зависят от объема буфера, если в течение t_c байт данных может быть продвинуто на всю длину буфера от $R\Phi_{m-1}$ до $R\Phi_0$. Приоритетная задержка $T_{пз}$ также не зависит от объема буфера, но зависит от режимов работы каналов и принятой организации приоритетов КС.

Определим значение $T_{пз}$ и $T_{уд}$ для различных режимов работы двух селекторных каналов ЭВМ ЕС-1020.

Режим 1. В КС1 производится передача данных (без зацепления), КС2 не работает. В этом случае

$$T_{пз} = 0 \text{ и } T_{уд} = t_0 + t_n \quad (8.7)$$

Режим 2. В КС1 и КС2 осуществляется передача данных (без зацепления). Для КС1:

$$T_{пз} = 0, t_0 = t_n \text{ и } T_{уд} = 2t_n \quad (8.8)$$

Для КС2:

$$T_{пз} = t_n, T_{уд} = t_0 + 2t_n \quad (8.8a)$$

Режим 3. В КС1 выполняется передача данных с зацеплением. КС2 не работает. Режим зацепления по данным выполняется следующим образом (рис. 8.2). При исчерпанном счетчике байт в текущем (старом) КСК и заданном признаке зацепления по данным ЦД:

приостанавливается выполнение текущей микропрограммы;

содержимое необходимых регистров ЦП запоминается в локальной памяти;

считывается из УСУ адрес следующего (нового) КСК;

считывается из оперативной памяти и проверяется код команды ввода-вывода, заданной в новом КСК;

если не задана команда ПВК, то считывается, проверяется и загружается в регистры селекторного канала содержимое остальных полей КСК;

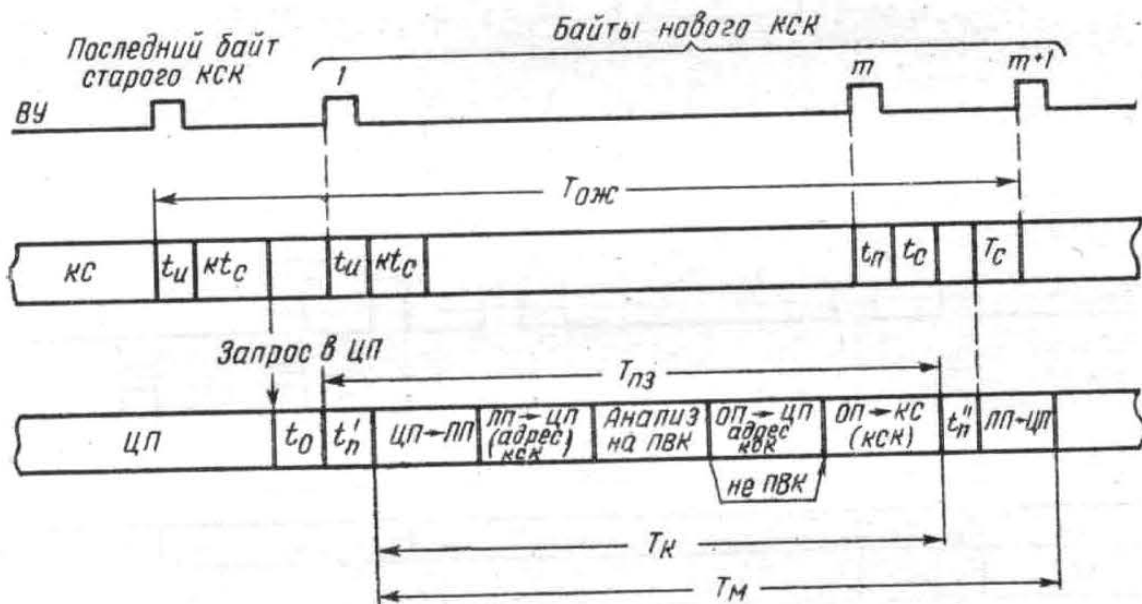


Рис. 8.2. Временная диаграмма работы ВУ, КС и ЦП при зацеплении по данным в одном канале

если задана команда ПВК, то считывается еще одно КСК по адресу, указанному в ПВК, проверяется и загружается в регистры КС;

восстанавливается содержимое регистров ЦП;

продолжается выполнение приостановленной микропрограммы. Все эти действия выполняются микропрограммно за время T_m . Как видно из рис. 8.2, приоритетная задержка в случае работы селекторного канала в режиме зацепления по данным составляет

$$T_{пз} = t'_n + T_k, \text{ а } T_{уд} = t_0 + t'_n + T_k + t''_n = t_0 + 2t_n + T_k \quad (8.9)$$

где t'_n , t''_n — длительность тактов передачи к последним байт данных по старому КСК и к первым байт по новому КСК соответственно (причем $t'_n = t''_n = t_n$), T_k — время, затрачиваемое ЦП на считывание, проверку и загрузку в КС нового КСК.

Режим 4. В КС1 (или КС2) производится передача данных с зацеплением, в другом канале передача данных без зацепления. В этом случае время, затрачиваемое ЦП на удовлетворение запроса КС, работающего с ЦД, увеличивается из-за циклов передачи данных между оперативной памятью и другим селекторным каналом. Будем учитывать эту дополнительную задержку в работе ЦП с помощью коэффициента нагрузки ЦП каналом (β), который указывает, какая часть времени работы ЦП тратится на обслуживание запросов КС на передачу данных, т. е.

$$\beta = M[t_n / (b \cdot T)] \quad (8.10)$$

где

$$M = 1 + t_n / (b \cdot T) + [t_n / (b \cdot T)]^2 + \dots \approx$$

b — объем слова ОП (в байтах).

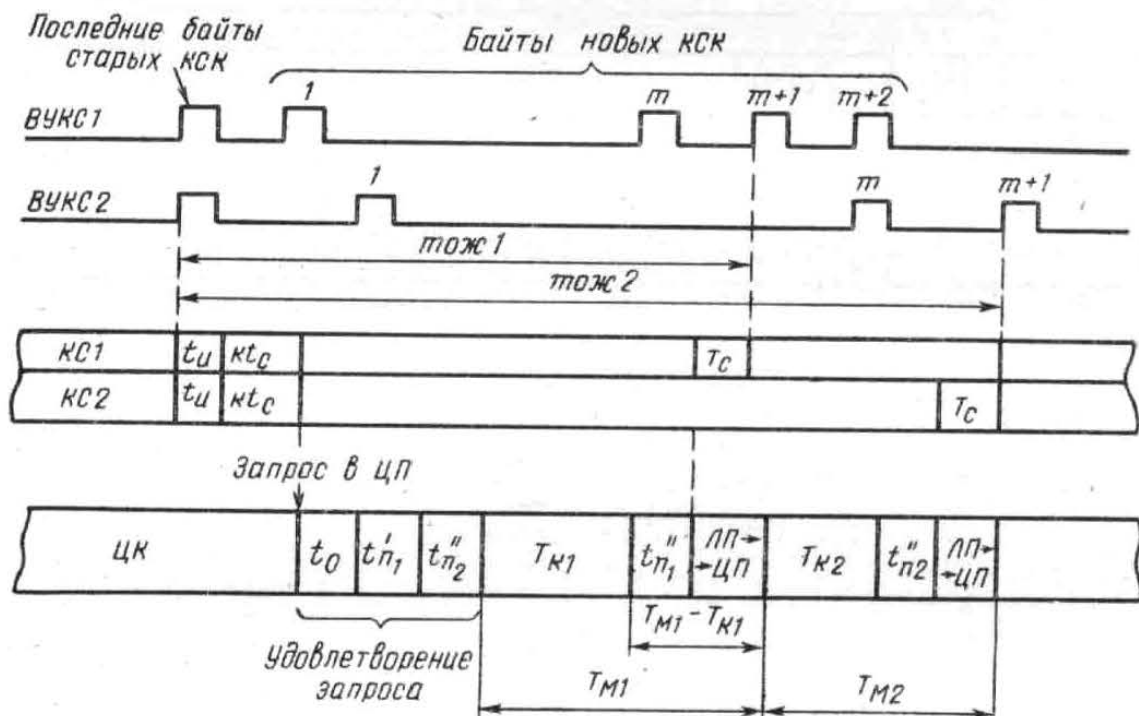


Рис. 8.3 Временная диаграмма работы ВУ, КС и ЦП при зацеплении по данным в обоих КС

Тогда время удовлетворения запроса КС в этом случае составит

$$T_{уд} = (t_0 + 2 t_n + T_k) (1 + \beta) \quad (8.11)$$

Режим 5. В обоих каналах выполняется зацепление по данным. В этом случае при одновременном окончании передачи данных по старым КСК в обоих КС приоритетная задержка для КС2, как видно из рис. 8.3, составит

$$T_{пз2} = t_{п1}' + t_{п2}' + T_{M1} + T_{K2} + t_{п1}'' + t_{п2}'' + [(T_{M1} - T_{K1}) + T_{K2}] \beta \quad (8.12)$$

где $t_{п1}'$ и $t_{п2}'$ — длительность циклов передачи последних k байт данных; КС1 и КС2—по старым КСК (причем $t_{п1}' = t_{п2}' = t_n$)

T_{M1} и T_{M2} — время выполнения микропрограмм, обеспечивающих считывание из ОП и загрузку новых КСК в регистры КС1 и КС2, а также восстановление состояния ЦП;

$t_{п1}''$ и $t_{п2}''$ — длительность циклов передачи первых k байт данных по новому КСК в КС1 и КС2 соответственно (причем $t_{п1}'' = t_{п2}'' = t_n$).

Тогда

$$T_{пз2} = 4t_n + T_{M1} + T_{K2} + [(T_{M1} - T_{K1}) + T_{K2}] \beta \quad (8.12a)$$

$$T_{уд2} = t_0 + 5t_n + T_{M1} + T_{K2} + [(T_{M1} - T_{K1}) + T_{K2}] \beta \quad (8.12б)$$

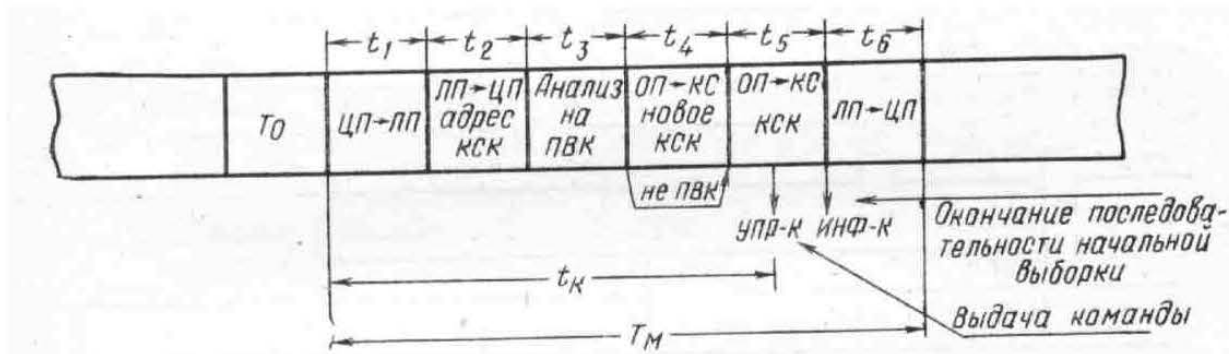


Рис. 8.4. Временная диаграмма работы ЦП при выполнении ЦК в КС

Режим 6. В КС1 выполняется зацепление по команде, в КС2— зацепление по данным или по команде. Как уже отмечалось, некоторые ВУ налагают определенные ограничения на время обслуживания каналом их запросов на новые команды в некоторых последовательностях команд. Например, особенности применяемого принципа записи на магнитный диск (устройства типа ЕС-5050, ЕС-5052, ЕС-5056 и др.) требуют, чтобы канал выдал новую команду чтения или записи не позже, чем через 56 мкс после окончания выполнения команды поиска ключа или идентификатора записи.

Зацепление по команде в ЭВМ ЕС-1020 выполняется микропрограммно. При этом производится последовательность действия, рассмотренная в п. 8.1 и показанная на рис. 8.4.

Если КС1 работает в режиме ЦК, а КС2 также в режиме зацепления, то из-за принятой в ЭВМ ЕС-1020 организации приоритетов запрос одного КС на микропрограммную приостановку не может прервать удовлетворения запроса другого КС. В предельном случае удовлетворение запроса КС1 может быть задержано на время T_m удовлетворения запроса КС2 на ЦК или ЦД, и, следовательно, КС1 не сможет удовлетворить запрос ВУ на новую команду в допустимое для него время ожидания $T_{ож} (ВУ) = 56 \text{ мкс}$. Поэтому в ЕС-1020 введен режим предварительной блокировки

первым каналом запросов КС2 на МПРС за N байт до нулевого значения счетчика байт в КС1 в текущем КСК. Эта величина N выбрана, исходя из следующей максимально возможной задержки удовлетворения запроса КС1 на ЦК при одновременной работе КС2 в режиме ЦД или ЦК (рис. 8.5):

$$NT_1 \geq T_{M2} (1 + \beta_1),$$

где T_1 – интервал времени между появлением двух очередных байт на шинах интерфейса КС1. Отсюда

$$N \geq [T_{M2} (1 + \beta_1) / T_1] \quad (8.13)$$

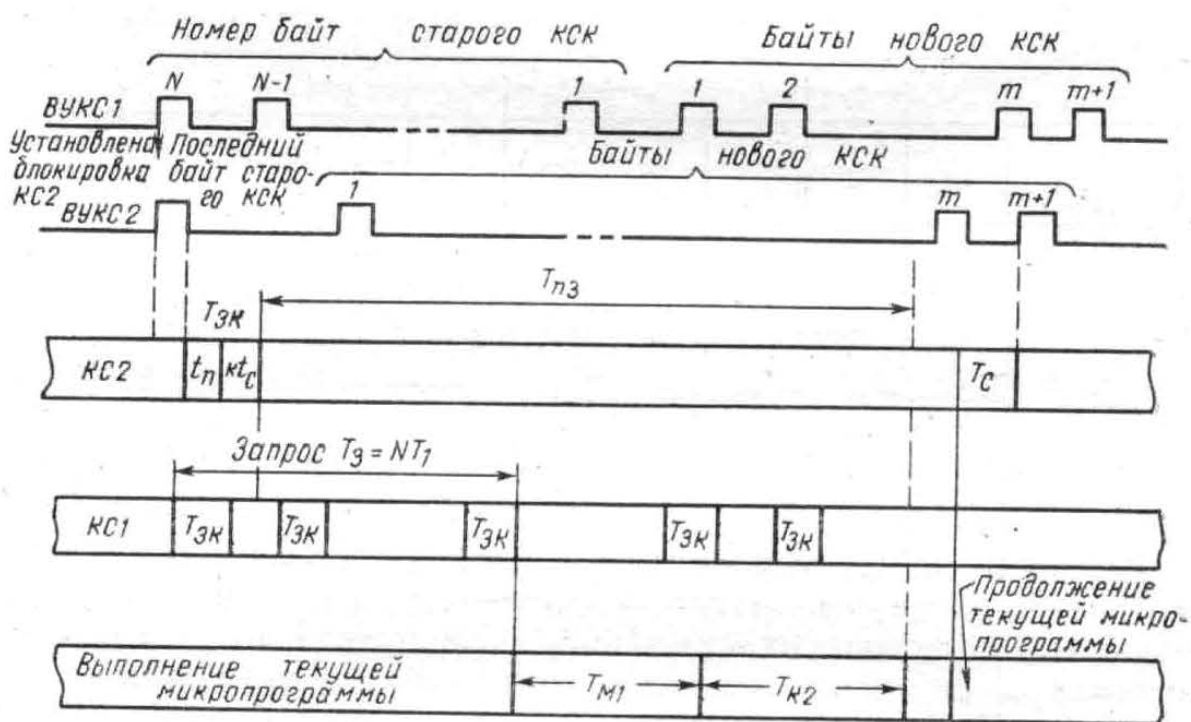


Рис. 8.5. Временная диаграмма работы ВУ, КС1 и КС2 в режиме ЦК и ЦД
Подставив конкретные для ЕС-1020 величины:

$T_{зк} = 3$ мкс, $T_0 = 7$ мкс, $T_{M2} = 50$ мкс + ПВК (ЦД),

$T_{M2} = 80$ мкс + ПВК (ЦК),

получим значение N для КС1 и КС2:

КС1	КС2	N	
ЦК	ЦД	13	
$T = 5$ мкс	ЦК	21	$\beta = 0,345$
ЦК	ЦД	10	
$T = 6,4$ мкс	ЦК	16	$\beta = 0,29$

Учитывая, что к КС1 ЭВМ ЕС-1020 подключены ВУ, имеющие $T_1 = 1/V_1 = 6,4$ мкс, N выбрано равным 15. Ко второму КС в ЭВМ ЕС-1020 подключены ВУ, не критичные ко времени выполнения ЦК. При такой организации одновременной работы обоих каналов КС2 практически не влияет на работу КС1, кроме некоторого увеличения Гц за счет удовлетворения запросов КС2 на передачу данных (АПРС). С другой стороны, КС1 оказывает существенное влияние на КС2, если КС2 работает в режиме ЦД. В этом случае общее время удовлетворения запроса КС2 на зацепление по данным может быть

$$T_{уд2} = t_0 + t_n + NT_1 + T_{M1} + T_{k2} + [(T_{M1} - T_{k1}) + T_{k2}]\beta_1 \quad (8.14)$$

В табл. 8.1 приведены значения пропускной способности каналов, рассчитанные по формулам (8.7) – (8.14) для рассмотренных режимов работы, при следующих конкретных для ЕС-1020 величинах: $m = 5$, $t_n = 1$ мкс, $t_c = 1$ мкс, $k \leq 2$, $t_0 = 7$ мкс, $t_p = 3$ мкс, $T_{k1} = T_{k2} = 31$ мкс, $T_{M1} = T_{M2} = 50$ мкс (для ЦД). Если в новом КСК задана команда ПВК, то время T_k и T_M увеличиваются на 7 мкс.

Как видно из выражения (8.6) и табл. 8.1, пропускная способность КС при фиксированном объеме буфера данных уменьшается с увеличением приоритетной задержки.

Таблица 8.1

Режим работы		v (кбайт/с) при m = 5	
КС1	КС2	КС1	КС2
Передача данных	Не работает	285–500	
Не работает	Передача данных	–	285–500
Передача данных	То же	400	235–265
ЦД без ПВК	Не работает	120–135	–
ЦД с ПВК	"	105–120	–
ЦД без ПВК	Передача данных	100–115	200
ЦД с ПВК	То же	85–100	200
Не работает	ЦД без ПВК	–	120–135
"	ЦД с ПВК	–	105–120
Передача данных	ЦД без ПВК	200	100–115
То же	ЦД с ПВК	200	85–100
ЦД без ПВК	ЦД без ПВК	55–60	50–55
То же	ЦД с ПВК	52–55	48–51
ЦД с ПВК	ЦД без ПВК	52–55	48–51
То же	ЦД с ПВК	50–52	46–48
ЦК без ПВК	ЦД без ПВК	200	30–33
То же	ЦД с ПВК	200	28–31
ЦК с ПВК	ЦД без ПВК	200	28–31
То же	ЦД с ПВК	200	25–28

Пропускная способность селекторных каналов может быть повышена путем увеличения объема информационного буфера. Необходимый объем буфера при заданной частоте поступления в канал запросов от ВУ на передачу данных определим из выражения (8.6)

$$m \geq [(T_{зк} + T_{уд} + T_c)/T + (\alpha k + 1)] \quad (8.15)$$

С помощью выражения (8.15) можно определить, что для обеспечения работы обоих селекторных каналов в режиме зацепления по данным при скорости передачи данных 200 кбайт/с необходимо в каждом канале иметь буфер данных на 25–26 байт (табл. 8.2). При установке буфера такого объема в каждом канале значительно увеличился бы объем оборудования каналов;

С другой стороны, с высокой степенью достоверности можно предположить, что ситуация, приводящая к выдаче одновременных запросов на зацепление в нескольких каналах, возникает довольно редко. Поэтому объем буфера данных был выбран таким, чтобы обеспечить бесспорное выполнение только основных режимов: передачи данных; по команде и по данным в пробеле. При этом допускается некоторая вероятность возникновения сбоя (переполнения) или потери производительности при выполнении других режимов. С точки зрения последствий такой сбой (переполнение) ничем не отличается от любого другого возможного сбоя в системе ввода–вывода, приводящего

к прекращению обмена и выходу канала на прерывание. В случае перегрузки канала при любом направлении передачи данных информация теряется только в тракте передачи, но сохраняется либо в оперативной памяти, либо на ВУ, поэтому обмен может быть повторен. Следовательно, с точки зрения работоспособности ЭВМ случая возникновения перегрузок в каналах не приводят к катастрофическим отказам и работа управляющих программ (операционной системы) может обеспечить автоматическую обработку таких сбоев и повторение программ каналов. Однако применение режимов, приводящих к перегрузкам в системе ввода-вывода, может быть допустимо только в том случае, если средняя длительность промежутка между двумя последовательными перегрузками -будет существенно больше времени, затрачиваемого на повторение программ каналов.

Для повышения вероятности бессбойной работы каналов ввода-вывода программистам рекомендуется учитывать некоторые ограничения, например ограничения использования режима зацепления по данным при работе с ВУ максимальной производительности, построение программ каналов и другие ограничения, облегчающие работу каналов. Эти ограничения вызваны тем, что каждая команда канала оказывает воздействие на канал, требуя от него определенного времени для ее выполнения. Такое воздействие является функцией как типа используемых команд, так и последовательности их выполнения при зацеплении.

Влияние типа команд при зацеплении на пропускную способность каналов можно проследить на примере команд управления, не вызывающих механических перемещений и выполняющихся со скоростью работы электронных схем (т. е. немедленных команд). Если эти команды следуют друг за другом в зацеплении, то оборудование канала занято этой программой канала до тех пор, пока зацепление не кончится или не начнется выполнение одной из команд, вызывающей механическое движение или передачу данных. Следствием частичной монополизации канала устройством, работающим под управлением программы канала, является чрезмерная задержка в обслуживании каналом запросов других ВУ с последующим переполнением или потерей их производительности.

С другой стороны, использование ЦД в программах каналов см. табл. 8.1) уменьшает пропускную способность канала, так как подготовка новой управляющей информации при зацеплении по данным происходит одновременно с поступлением данных в канал из того же ВУ. Следовательно, время между двумя последовательными передачами данных одного и того же ВУ лимитируется только временем выполнения зацепления. Кроме того, при зацеплении канал не может обслуживать запросы от других ВУ.

Для уменьшения влияния ЦД на работу каналов этот режим (ЦД) рекомендуется использовать в тех случаях, когда ВУ может уменьшить частоту поступления запросов на передачу данных без опасности переполнения (например, применение ЦД в пробелах между записями блоков данных).

Другим ограничением на применение ЦД является минимальная величина счетчика байт, указанного в КСК, содержащем признак зацепления по данным. Для получения максимально возможной пропускной способности канала при использовании зацепления

по данным в программе канала необходимо указывать счетчик байт не менее некоторой минимальной величины. Эту величину можно определить из следующего выражения:

$$l \geq (T_{цдi} / T) \quad (8.16)$$

где $T_{цдi}$, — время удовлетворения запроса i -го канала на зацепление по данным.

Для установившегося режима, когда процессор удовлетворяет только запросы каналов на зацепление по данным

$$T_{цдi} = i * T'_M [1 + \frac{1}{i} \sum_{j=1}^{i-1} (i-j) M_j \beta_j] \quad (8.17)$$

где T'_M — время собственного удовлетворения запроса канала на зацепление по данным, включая передачу первых k байт по новому КСК.

Отметим, что в выражении (8.17) член $\frac{1}{i} \sum_{j=1}^{i-1} (i-j) M_j \beta_j$ определяет среднее увеличение времени удовлетворения запроса i -го канала на зацепление по данным из-за выполняемых одновременно циклов передачи данных между памятью и остальными $i-1$ (более приоритетными) каналами.

Нетрудно убедиться, что $l \geq m$, если подставить в выражения (8.16)–(8.17) конкретные значения t_p , t_k , T_M , M , β и т. д., и сравнить полученные значения с соответствующими величинами m , приведенными в табл. 8.2, рассчитанными при тех же исходных данных.

Таблица 8.2

T (мкс)	5		6,4		7,8		10		15		20		
P	0,33		0,26		0,21		0,165		0,11		0,0825		
Туд	i=1	53	60	53	60	53	60	53	60	53	60	53	00
	i=2	123	140	120	135	118	133	115	130	113	127	110	125
m _i	i=1	11	12	9	10	7	8	5	6	4	4	3	3
	i=2	25	26	19	21	15	17	12	13	8	9	6	7

Таблица 8.3

Класс	Тип команд, составляющих данный класс	Применение в программах каналов	Примеры последовательности	
			разрешенная	запрещенная
А	Команды передачи данных и команды типа «Управление», вызывающие механическое движение носителя информации	Произвольное	Любая	—
В	Команды, используемые для переходов между программами каналов («Переслать а канал»)	Не более одной команды между командами класса А	А→В→А	А→В→В
С	Команды типа «Управление», устанавливающие обычно режим работы ВУ (например, «Подвести начало»)	Только в начале программы канала	С→А→В	А→С→В А→В→С
Д	Команды типа «Управление», завершающие выполнение программ каналов (например, «Перемотать магнитную ленту»)	Только в конце программы канала	Х→Х→Д	Х→Д→Х

ЦК накладывает на каналы ограничения только в случае подключения к ним ВУ, критичных ко времени получения новых команд в некоторых последовательностях ЦК.

Таким образом, для устранения перегрузки на канал программы каналов, использующие последовательности команд, должны удовлетворять некоторым условиям обеспечения эффективной работы ВУ в выбранной конфигурации ввода – вывода. Попробуем определить условия, обеспечивающие эффективную работу ВУ выбранной конфигурации ввода – вывода. Для этого классифицируем команды каналов с помощью последовательностей, в которых определенные типы команд могут быть выполнены, т. е. могут предшествовать другим командам или следовать за другими командами. Данная классификация (табл. 8.3) не связана с последовательностью команд в памяти и включает все команды в цепочках от первой до последней, но не включает отдельные команды, не определяющие никаких зацеплений. Она ориентирована также на предупреждение переполнения и может быть использована программистами в тех случаях, когда неизвестна общая нагрузка на канал. Если же нагрузка известна, то некоторые ограничения могут быть уточнены, исходя из условий удовлетворительной работы конкретной конфигурации ввода – вывода.

8.3. ОЦЕНКА МУЛЬТИПЛЕКСНОГО КАНАЛА

Напомним работу мультиплексного канала в режиме передачи данных. Канал, получив команду от ЦП на выполнение операции ввода – вывода, как правило, освобождает ЦП для выполнения других операций и самостоятельно управляет дальнейшим выполнением операций, используя оборудование ЦП только при поступлении запросов ВУ на прием или передачу данных.

При готовности ВУ к передаче информации в оперативную память выполняется следующая последовательность шагов:

по запросу ВУ приостанавливается текущая последовательность действий ЦП и содержимое регистров ЦП, которые будут использованы при обслуживании запроса ВУ, запоминается в локальной памяти;

из подканала МП, соответствующего адресу самого приоритетного ВУ из числа одновременно требующих обслуживания ВУ, считывается УСУ и записывается в регистры ЦП;

содержимое буферного регистра ВУ передается через канал в оперативную память ЦП. Адрес данных и счетчик байт модифицируются на число байт, которое было передано между ВУ и оперативной памятью;

модифицированное УСУ записывается в соответствующий подканал МП;

восстанавливается содержимое регистров ЦП из локальной памяти, запомненное при выполнении шага 1, и продолжается приостановленная последовательность действий ЦП.

На рис. 8.6 показана последовательность шагов, выполняемых в процессоре при обслуживании запроса ВУ. Отметим, что шаг 3 повторяется столько раз, сколько байт (k_1) передается из буферного регистра i -го ВУ в оперативную память процессора за одно подключение его к каналу. Тогда максимальное время обслуживания запроса i -го ВУ равно

$$t_i = t_1 + t_2 + k_1 * t_3 + t_4 + t_5 \quad (8.18)$$

где k_1 – число байт, передаваемое из буферного регистра i -го ВУ в оперативную память за одно подключение к каналу;

t_1 – t_5 –время выполнения шагов 1, 2, 3, 4, и 5 соответственно.

Как видно из рис. 8.7. и выражения (8.18), время обслуживания t_i является переменной величиной, зависящей от частоты поступления запросов ВУ, и определяется длительностью цикла обслуживания каналом запроса ВУ на передачу данных.

Пропускная способность мультимплексного канала зависит от типа выполняемого цикла передачи данных, который в свою очередь зависит от загрузки канала:

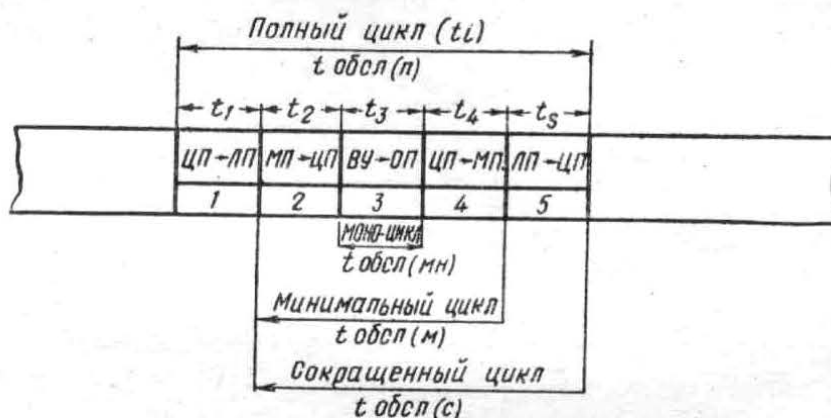


Рис. 8.6. Циклы обслуживания данных а) для максимального (полного) цикла передачи данных

$$V_{min} = 1 / [t_1 + t_2 + k_{cp} * t_3 + t_4 + t_5] \quad (8.19)$$

где k_{cp} – среднее число байт, передаваемых между ВУ и ОП за одно подсоединение ВУ к КМ;

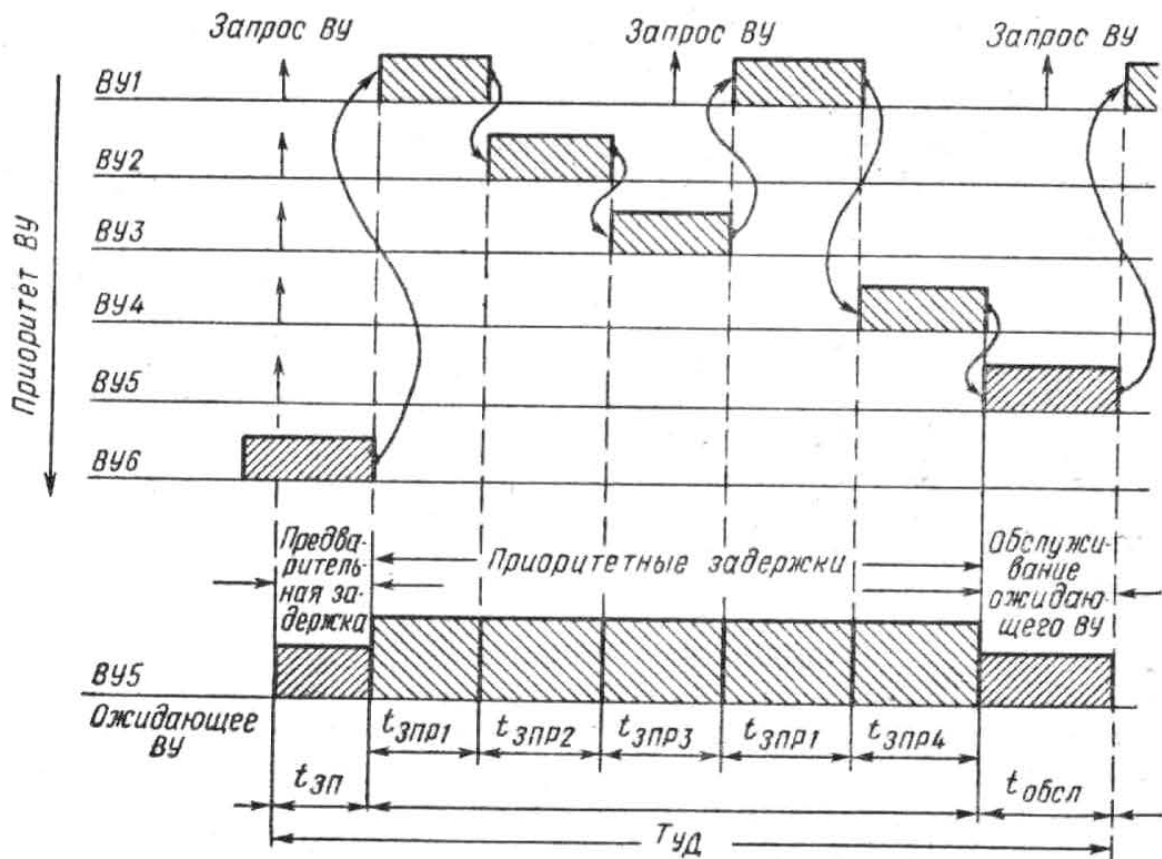


Рис. 8.7. Виды задержек в обслуживании запросов ВУ

б) для сокращенного цикла передачи данных

$$V_{cp} = 1/[t_2 + k_{cp} * t_3 + t_4 + t_5] \quad (8.20)$$

в) для минимального цикла передачи данных в мультиплексном режиме

$$V_{max} = 1/[t_2 + k_{cp} * t_3 + t_4] \quad (8.21)$$

г) для монопольного режима

$$V_m = 1/t_3 \quad (8.22)$$

При определении порядка подключения ВУ к каналу необходимо учитывать их максимально допустимые времена ожидания. При одновременной работе нескольких ВУ, если запрос на обслуживание от ВУ поступил во время занятости каналом обслуживания запроса другого устройства, обслуживание его запроса задерживается до освобождения канала. Может образоваться очередь неудовлетворенных запросов. Тогда общее время, требуемое на обслуживание запроса 1-го ВУ (время удовлетворения запроса i -го ВУ), составляется из времени задержки обслуживания запроса t_3 и времени $t_2 + k_{cp} * t_3 + t_4$, требуемого для передачи k_1 байт из буферного регистра i -го ВУ в оперативную память процессора.

Время удовлетворения запроса i -го ВУ $T_{уд i}$, если одновременно установили запросы на обслуживание все $i-1$ более приоритетных ВУ, подключенных к мультиплексному каналу рассматриваемого типа, можно определить из следующего выражения:

$$T_{уд i} = T_0 + t_1 + \sum_{j=1}^i t_m N_j \quad (8.23)$$

где

T_0 —суммарное время формирования каналом запроса в ЦП на передачу данных и задержки ЦП удовлетворения запроса канала;

$t_{mj} = t_2 + k_j * t_3 + t_4$ — минимальный цикл обслуживания j -го ВУ, причем

k_j — число байт, передаваемых из буферного регистра j -го ВУ в оперативную память за одно подключение его к каналу;

N_j —коэффициент кратности повторения циклов передачи данных более приоритетных ВУ за время ожидания τ_i

$$N_j = \tau_i / T_j$$

Если запрос i -го ВУ поступил в начале удовлетворения запроса менее приоритетного ВУ, то время $T_{уд\ i}$, в этом случае будет равно:

$$T_{уд\ i} = (t_2 + k_{i+1} * t_3 + t_4) + \sum_{j=1}^i f_{mj} N_j \quad (8.24)$$

Если мультиплексный канал выполняет программу канала с использованием режима зацепления, то при оценке пропускной способности канала и времени ожидания ВУ необходимо учитывать, что время, затрачиваемое на считывание, проверку и переход к выполнению новой команды канала, превышает время t_3 , необходимое для обслуживания запроса на передачу байта данных. Это увеличение времени обслуживания можно приблизительно учесть, если считать его эквивалентным передаче нескольких байт данных.

Каждое ВУ характеризуется допустимым для него временем ожидания τ обслуживания каналом его запроса на передачу данных, в течение которого допускается задержка обслуживания запроса ВУ.

Чтобы i ВУ работало без потери данных или с номинальной скоростью, необходимо соблюдать условие

$$T_{уд\ i} \leq \tau_i \quad (8.25)$$

причем

$$\tau_i = f(T_i, m_i),$$

где m_i — объем буферного регистра i -го ВУ (в байтах).

Использование буферных регистров в каждом подканале мультиплексного канала рассматриваемого типа для уменьшения частоты обращения к оперативной памяти не является эффективным, так как затраты времени на подготовительные работы (выполнение шагов 1, 2, 4 и 5) значительно превышают время обращения к памяти t_3 для передачи байта данных.

Если одновременно с КМ работают КС1 и КС2 в режиме передачи данных с использованием зацепления и запросы их на зацепление поступили одновременно с запросами ВУ в КМ на передачу данных, тогда время задержки удовлетворения запросов КМ увеличивается. Для оценки влияния селекторных каналов на мультиплексный введем специальные характеристические переменные, идентифицирующие выполнение того или иного более приоритетного действия:

$A=1$ — есть ЦД в КС1;

$A=0$ — нет ЦД в КС1;

$V=1$ – есть ЦД в КС2;

$V=0$ – нет ЦД в КС2;

$C=1$ – есть передача данных в КС1 при $A=0$;

$C=0$ – нет передачи данных в КС1 при $A = 0$;

$D=1$ – есть передача данных в КС2 при $V=0$;

$D=0$ – нет передачи данных в КС2 при $V=0$. Тогда неравенство (8.25) для КМ при различных режимах работы КС может быть записано следующим образом:

$$T_{вк} + T_0 + AT_{M1} + A(T_{M1} - T_{k1})(1+\beta_1) + VT_{M2}(1+\beta_1) + B(T_{M2} - T_{k1})(1+\beta_2) + [t_1 + \sum_{j=1}^i t_{mj} N_j] (1 + C\beta_1 + D\beta_2) \leq \tau_1 \quad (8.26)$$

Напомним, что обозначения $\beta_1, \beta_2, T_{k1}, T_{k2}, T_{M1}$ и T_{M2} и их величины определены в п. 8.2.

Если запросы 1- i -х ВУ поступили в ЦП одновременно с запросами КС1 и КС2 на ЦД, а в это время ЦП уже начал удовлетворять запрос менее приоритетного ВУ КМ, тогда

$$\left(\sum_{j=1}^{i+1} t_{mj} N_j \right) (1 + C\beta_1 + D\beta_2) + AT_{M1} + A(T_{M1} - T_{k1})(1+\beta_1) + VT_{M2}(1+\beta_1) + B(T_{M2} - T_{k1})(1+\beta_2) \leq \tau_1 \quad (8.27)$$

Как видно из выражений (8.23)–(8.27), удовлетворительная работа ВУ (без потери производительности) зависит от величины допустимого времени ожидания устройствами удовлетворения их запросов (t_j), которое зависит от типа ВУ, скорости его работы, наличия в ВУ буферных регистров и т. д. В зависимости от того, сможет ли мультиплексный канал обеспечить обслуживание запроса ВУ в пределах его τ_1 , ВУ может работать удовлетворительно или нет. Если суммарная деятельность мультиплексного канала, вызванная выполняемой программой, превышает возможности канала по передаче данных, то ВУ, пославшее запрос, либо теряет данные (если оно критично к переполнению), либо теряет производительность (если оно не критично к переполнению).

Поскольку выражения (8,26)–(8.27) слишком громоздки, для оценки возможности удовлетворительной работы ВУ можно рекомендовать пользователю другой способ оценки работоспособности ВУ методом сопоставления реальной нагрузки канала по отношению к оцениваемому ВУ с предельно допустимой нагрузкой канала. Этот способ учитывает следующие факторы, влияющие на работу ВУ: время ожидания оцениваемого ВУ, приоритетную и предварительную нагрузку канала по отношению к оцениваемому ВУ, нагрузку канала, вызываемую оцениваемым устройством, которое в дальнейшем будем называть ожидающим ВУ.

Время ожидания 1-го (ожидающего) ВУ—это наибольший интервал времени τ_1 между моментом выдачи и концом обслуживания запроса, в течение которого ВУ, работающее с номинальной скоростью, может ждать обслуживания запроса каналом.

Задержка в обслуживании запроса ожидающего 1-го ВУ может быть вызвана обслуживанием ВУ в селекторном канале, а также обслуживанием более~ приоритетных

ВУ и (или) менее приоритетного ВУ в мультиплексном канале, т. е.

$$T_{уді} = \sum_{j=1}^{i-1} t_{зпрj} + t_{зпк} + t_{обслі} \quad (8.28)$$

где $t_{зпрj}$ – общее время, приоритетной задержки, вызываемой работой ВУ в КС1 и КС2 и обслуживанием каналом более приоритетных ВУ в КМ;

$t_{зпк}$ – время предварительной задержки, вызванной обслуживанием каналом запроса k-то менее приоритетного ВУ в КМ;

$t_{обслі}$ – максимальное время обслуживания (данных ЦД, ЦК) каналом i-го (ожидающего) ВУ.

Очевидно, чтобы 1-е ВУ могло работать с номинальной скоростью, должно соблюдаться условие

$$\tau_i \geq T_{уді}$$

Приоритетная нагрузка канала – это процентное отношение общей приоритетной задержки, вызываемой обслуживанием каналом более приоритетного j-го ВУ, к τ_i (ожидающего) ВУ

$$H_{пріj} = (t_{зпрj} * 100) / \tau_i \quad (8.29)$$

При определении $t_{зпрj}$ от каждого приоритетного j-го ВУ учитываются следующие величины:

временная задержка, вызванная выполнением однократных или многократных ЦД и ЦК с ПВК или без ПВК для каждого j-го ВУ в течение τ_i ;

временная задержка, вызываемая обслуживанием каналом передачи данных от каждого j-го ВУ в течение τ_i .

Таким образом, $H_{пріj}$ не является величиной постоянной по отношению к τ_i , и зависит от программы канала, скорости передачи данных j-го ВУ и от τ_i (ожидающего) i-го ВУ и вычисляется для каждого ожидающего i-го ВУ с учетом указанных величин.

Виды задержек показаны на рис. 8.7.

Определение $H_{пріj}$ производится для самого тяжелого случая, когда в момент появления запроса от i-го ВУ (канал начал обслуживание запроса от менее приоритетного ВУ в мультиплексном канале и все более приоритетные ВУ также выставили свои запросы, причем если в программах каналов приоритетных ВУ используются однократные или многократные ЦД или ЦК в течение T_i , то они также учитываются.

Учитывая сказанное выше, $t_{зпрj}$ может быть определено из следующего выражения:

$$t_{зпрj} = t_{зцj} + t_{дj}, \quad (8.30)$$

где $t_{зцj}$ – суммарное время однократных или многократных ЦД или ЦК, выполняемых каналом для j-го ВУ в интервале τ_i ;

$t_{дj}$ – суммарное время однократных или многократных обслуживании каналом запросов j-го ВУ на передачу данных в интервале τ_i .

Если ВУ, находится в КС, то:

$$t_{dj} = \tau_i * t_a / (b * T_j) \quad (8.31)$$

где t_a – полное время передачи данных между ОП и КС, включая длительность цикла ОП и время переключения ОП на работу с КС;

T_j – интервал между двумя запросами j -го ВУ в КС;

b – длина слова ОП (в байтах).

Если ВУ, находится в КМ, то

$$t_{dj} = \tau_i * t_{обслj} / T_j \quad (8.32)$$

где $t_{обслj}$ – время обслуживания одного запроса на передачу данных ВУ, в КМ, зависящее от длины пакета данных j -го ВУ, и от одновременного наличия запросов от нескольких ВУ. В последнем случае это время сокращается до минимального цикла обслуживания данных (см. рис. 8.6).

В зависимости от значения времени отношения $\frac{\tau_i}{T_j}$ и $\frac{\tau_i}{bT_j}$ могут быть целыми или дробными, в последнем случае их следует округлять до большего целого числа.

Введем обозначения:

для КС

$$t_{эцj} * 100 = A$$

$$(t_n * 100) / (b * T_j) = B$$

для КМ

$$t_{эцj} * 100 = A$$

$$(t_n * 100) / T_j = B$$

где A и B – факторы приоритетной нагрузки канала по отношению к i -му ВУ.

Подставив выражение (8.30) в (8.29) с учетом обозначений, получим формулу приоритетной нагрузки в более общем виде

$$H_{прj} = A_j / \tau_j + B_j \quad (8.33)$$

Зависимость $H_{прj}$ от различных значений τ_j показана на рис. 8.8, из которого видно, что влияние приоритетной нагрузки на i -е ВУ с меньшим значением τ_j сильнее, чем на i -е ВУ с большим значением τ_j .

Предварительная нагрузка – это процентное отношение предварительной задержки к τ_j , ожидающего i -е ВУ. Предварительная задержка вызывается обслуживанием каналом передачи данных, ЦД или ЦК менее приоритетного ВУ в момент возникновения запроса от i -го ВУ. Величина задержки зависит от момента появления запроса от i -го ВУ в течение цикла обслуживания запроса менее приоритетного ВУ. В расчетах следует учитывать наибольшую задержку, которая возникает в момент обслуживания каналом данных с последующим зацеплением по данным с ПВК.

$$H_n = (T_{обслk} * 100) / \tau_j \quad (8.34)$$

где $T_{обслk}$ – суммарное время обслуживания запроса менее приоритетного k -го ВУ по минимальному циклу и зацепления по ЦК с ПВК.

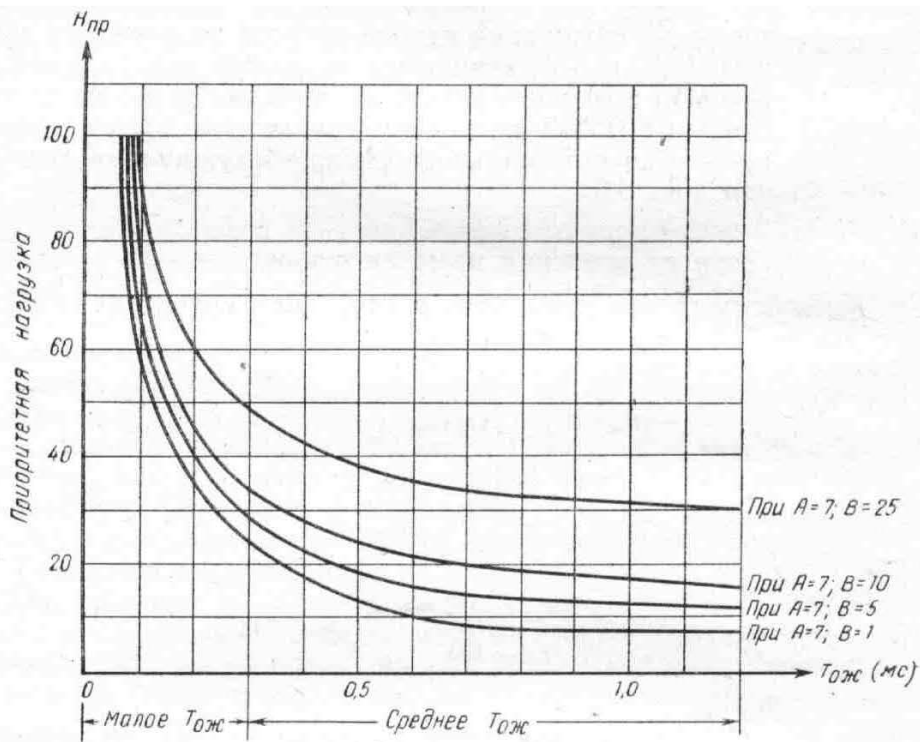


Рис. 8.8. Зависимость приоритетной нагрузки от $T_{ож}$ ожидающего ВУ

Очевидно, что i -е ВУ с самым низким приоритетом в канале не имеет предварительной нагрузки.

Нагрузка устройства—это процентное отношение времени обслуживания запроса ожидающего i -го ВУ к его τ_j . Время обслуживания ожидающего устройства является величиной переменной, зависящей от вида обслуживания: передачи данных, зацепления по команде или по данным

$$H_y = (T_{обсл_i} * 100) / \tau_i \quad (8.35)$$

где $T_{обсл_i}$ — максимальное время обслуживания ожидающего i -го ВУ, состоящее из времени обслуживания запроса на передачу данных по минимальному циклу и времени зацепления по данным с ПВК.

Суммарная нагрузка канала по отношению к ожидающему t -му ВУ определяется как сумма всех видов нагрузок

$$H_{\Sigma i} = \sum_{j=1}^{i-1} H_{npj} + H_n + H_y \quad (8.36)$$

Чтобы ожидающее i -е ВУ работало удовлетворительно в канале, т. е. с номинальной скоростью, должно соблюдаться условие

$$H_{\Sigma i} \leq H, \quad (8.37)$$

где $H = 00$ —предельная нагрузка КМ.

Если $H_{\Sigma i} > H$, фиксируется потеря данных или потеря производительности ожидающего i -го ВУ.

Рабочая таблица КМ. Для получения суммарных нагрузок при оценке работы ожидающего i -го ВУ удобно пользоваться специальной рабочей таблицей (рис. 8.9), предложенной в работе [32]. Величины нагрузок H_n , H_y и факторы A и B для каждого приоритетного ВУ вычисляются по формулам, приведенным выше, и заносятся в

таблицу. Таблица заполняется по алгоритму, показанному на рис. 8.10.

Значения параметров для расчета указанных величин приведены в табл. 8.4.

Заметим, что если одновременно возникли запросы на передачу данных от всех приоритетных ВУ в мультиплексном канале, то для первого запроса самого приоритетного ВУ следует учитывать $t_{\text{обсл}(п)}$ (см. рис. 8.6), для последующих запросов этого же ВУ и остальных приоритетных ВУ в интервале τ_1 , следует учитывать $t_{\text{обсл}(м)}$, который удлиняется за счет повторения монопольных циклов $t_{\text{обсл}(мн)}$ столько раз, сколько байт в пакете данных, если обслуживается не один байт, а пакет байт.

Рабочая таблица на рис. 8.9 заполнена для условий работы устройств:

в селекторных каналах ВУ работают с использованием ЦД с ПВК;

в мультиплексном канале только одно ВУ (ЕС-7010) работает с использованием ЦД с ПВК.

Приоритет обслуживания ВУ в канале. ВУ подсоединяются к каналу посредством интерфейса ввода-вывода. Очередность, в которой канал обслуживает запросы ВУ, определяется приоритетом обслуживания ВУ. Приоритет обслуживания зависит от места подключения ВУ к линии сигнала выборки ВУ, который последовательно проходит через все подключенные к каналу ВУ.

ВУ, принимающее первым сигнал выборки, является самым приоритетным и первым обслуживается каналом. ВУ, принимающее сигнал выборки последним, имеет самый низкий приоритет и обслуживается в последнюю очередь. При подключении ВУ (т. е. при определении их приоритета) следует учитывать как их критичность к переполнению (потере данных), так и скорости работы:

Системный идентификатор ЕС-1020

(пропущено, см. книгу)

*Для ЕС-6022 указывается потеря производительности. Требуется дополнительный анализ

Системный идентификатор ЕС-1020

Приоритет ВУ		1		2		3		4		5		6		7		8	
ВУ		ЕС-6012		ЕС-7030		ЕС-7010		ЕС-6022		ЕС-7022							
Время ожидания		0,92		15,0		20,0		0,50		3,20							
Факторы		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
ВУ в КС1 ЕС-5056	—	20,2		6,3	20,2	6,3	20,2	6,3	20,2	6,3	20,2	6,3	20,2				
	6,3	20,2															
ВУ в КС2 ЕС-5010	—	8,3		6,3	8,3	6,3	8,3	6,3	8,3	6,3	8,3	6,3	8,3				
	6,3	8,3															
Приоритет ВУ	1	—	4,47	12,6	Сумма А	—	4,47	—	4,47	—	4,47	—	4,47				
		7,5	4,47	Частное	13,7												
	2	—	11,0	H_{Π}	10,1	12,6	Сумма А	7,5	11,0	7,5	11,0	7,5	11,0				
		7,5	11,0	H_{γ}	15,2	Частное	0,84										
	3	—	0,89	H_{Σ}	67,5	H_{Π}	0,62	20,1	Сумма А	—	0,89	—	0,89				
		7,5	0,89			H_{γ}	0,93	Частное	1,0								
	4	—	10,0			H_{Σ}	35,36	H_{Π}	0,46	20,1	Сумма А	—	10,0				
7,5		10,0					H_{γ}	0,70	Частное	40,2							
5							H_{Σ}	46,13	H_{Π}	18,6	20,1	Сумма А					
									H_{γ}	28,2	Частное	6,28					
6									H_{Σ}	131,85*	H_{Π}	—	Сумма А				
											H_{γ}	4,39	Частное				
7											H_{Σ}	65,53	H_{Π}		Сумма А		
													H_{γ}		Частное		
													H_{Σ}		H_{Π}		Сумма А
															H_{γ}		Частное
															H_{Σ}		H_{γ}
																	H_{Σ}

Рис. 8. 9. Пример заполнения рабочей таблицы мультиплексного канала

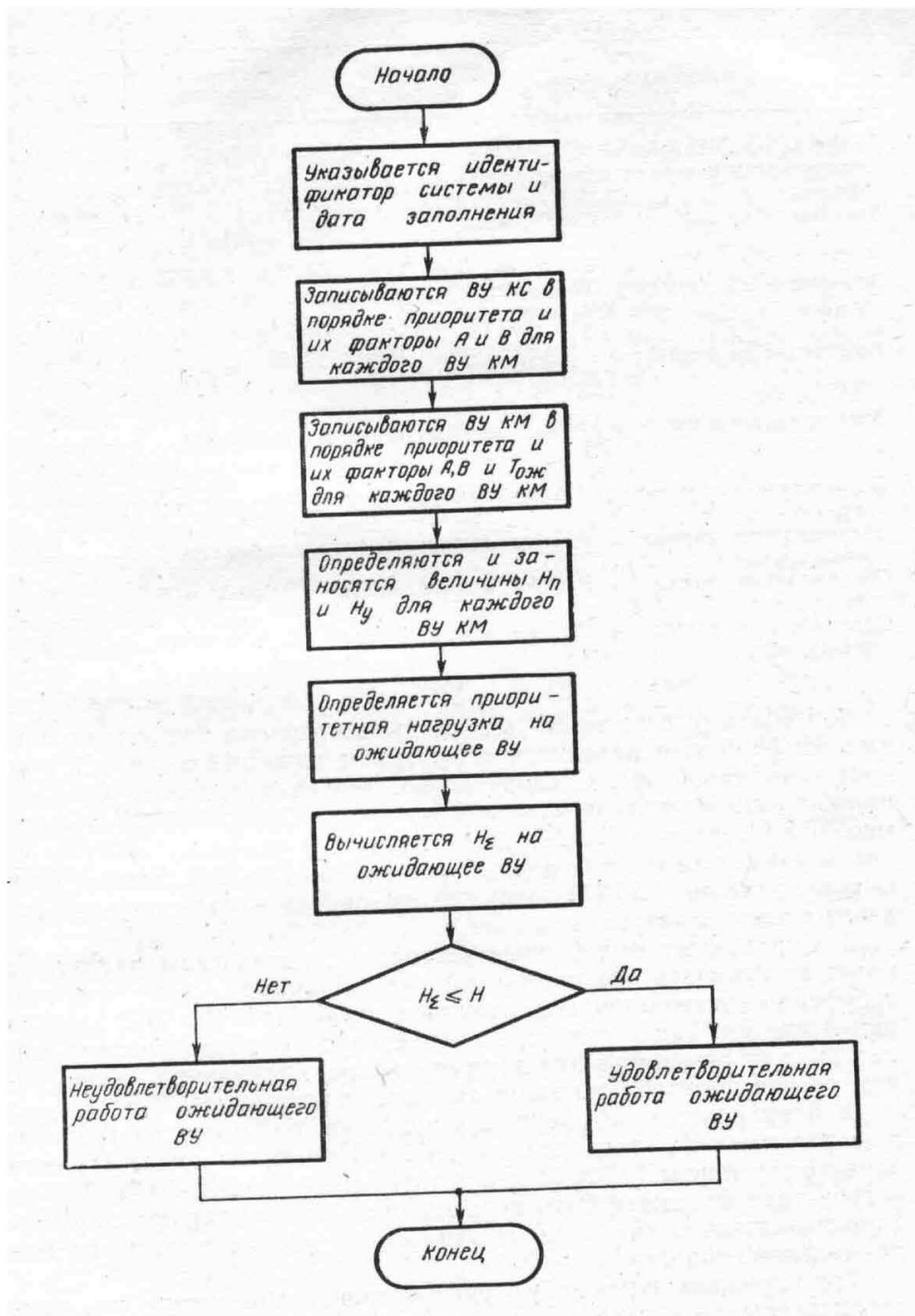


Рис. 8.10. порядок заполнения таблицы и оценки работы ожидающего ВУ в КМ
Таблица 8.4

Наименование параметра	Условное обозначение	Численное значение
Длина слова ОП, байт	b	2
Полное время передачи данных между ОП и КС, мкс	ta	3
Зацепление по данным без ПВК, мкс:	$t_{зц(цд)}$	
в КМ		65
в КС		56
Зацепление по данным с ПВК, мкс:	$t_{зц(цд)}$	
в КМ		75
в КС		63
Зацепление по команде без ПВК, мкс:	$t_{зц(цк)}$	
в КМ		100

в КС		80
Зацепление по команде с ПВК, мкс:	$t_{зц(цк)}$	
в КМ		11
в КС		86
Обслуживание данных в КМ по полному циклу, мкс	$t_{обсл(п)}$	67
Обслуживание данных в КМ по сокращенному циклу, мкс	$t_{обсл(с)}$	49
Обслуживание данных в КМ по минимальному циклу, мкс	$t_{обсл(м)}$	35
Обслуживание данных в КМ по монопольному циклу, мкс	$t_{обсл(мв)}$	5

1. Работа буферных ВУ может быть прервана без потери данных. Информация находится в буферном накопителе до тех пор, пока не понадобится. Следовательно, работа мультиплексного канала не зависит от скорости работы данного буферного ВУ. Например, цикл печати ВУ ЕС-7032 не влияет на передачу данных из оперативной памяти в буферный накопитель ЕС-7032. Если буферный накопитель ЕС-7032 загружен, то работа канала по передаче данных заканчивается.

2. Синхронные небуферные устройства, начав свою работу, не могут ее прервать без потери данных. Например, допустим, что небуферное устройство считывания с перфокарт ЕС-6012 начало цикла чтения. Так как чтение с перфокарт небуферизировано, канал должен принимать эти данные по мере считывания. В противном случае произойдет потеря данных, считанных с ЕС-6012.

3. Асинхронные небуферные устройства работают по требованию для каждого определенного цикла. Примером может служить перфоратор ленты ЕС-7022 и пишущая машинка ЕС-7070. В этих устройствах не может быть переполнения, но они теряют скорость (производительность), если их запросы не обслуживаются на максимальной скорости.

Так как синхронные небуферные устройства не могут быть приостановлены, то в канале в порядке приоритета они должны быть помещены первыми. Когда одновременно поступают требования от буферного и синхронного небуферного ВУ, сигнал выборки должен

задерживаться небуферным ВУ раньше, чем он достигнет буферного ВУ. Небуферное ВУ затем может продолжать работу и не должно ждать завершения возможной операции буферного ВУ. Это желательно потому, что синхронное небуферное ВУ должно иметь доступ к каналу, когда оно имеет байт информации, готовый для передачи. К тому же, синхронные небуферные ВУ, работающие с более высокой скоростью, требуют приоритета над синхронными небуферными ВУ, работающими с меньшей скоростью, так как они имеют меньшее время ожидания.

Следует также учитывать, что буферные ВУ могут быть асинхронными или синхронными. Асинхронные буферные ВУ должны быть расположены последними по приоритету в буферной группе. С другой стороны, синхронные буферные ВУ должны быть расположены первыми по приоритету в буферной группе.

Ниже указывается порядок приоритетного подключения ВУ к интерфейсу

мультиплексного канала, обеспечивающий оптимальный режим одновременной работы ВУ:

синхронные небуферные устройства;

синхронные буферные устройства;

асинхронные буферные устройства;

устройства, работающие в монопольном режиме (если такие имеются);

асинхронные небуферные устройства.

Внутри каждой группы устройства следует располагать в порядке уменьшения быстродействия, т. е. увеличения τ_1 .

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1 Минимальная конфигурация ЭВМ ЕС-1020

Наименование	Число
Процессор с оперативной памятью 64 кбайт	1
Пишущая машинка на базе «Консул-260»	1
Устройство управления для накопителей на МЛ	1
Накопитель на магнитной ленте (НМЛ-67)	4
Устройство управления для накопителей на магнитных дисках и барабанах	1
Накопитель на сменных магнитных дисках	2
Устройство ввода с перфокарт	1
Устройство ввода с перфоленты	1
Устройство вывода на перфоленту	1
Алфавитно-цифровое печатающее устройство	1
Устройство вывода на перфокарту	1
Устройство подготовки данных на перфокартах	1
Устройство подготовки данных на перфолентах	1
Основные технические характеристики	
Число команд процессора	144
Основная память:	
объем, кбайт	64-256
время цикла, мкс	2
время выборки, мкс	1
Основная память имеет защиту по записи и чтению	
Каналы:	
мультиплексный:	
число подканалов	48-112
скорость передачи данных в мультиплексном режиме, кбайт/с	15-25
скорость передачи данных в монопольном режиме, кбайт/с	108
число подключаемых блоков управления (УВУ)	8
селекторный:	
число каналов	2
скорость передачи, кбайт/с	258
число подключаемых блоков управления	0
Основные характеристики внешних устройств	
Пишущий механизм «Консул-260»:	
число знаков	93
число клавишей	47
скорость печати, знаков/с	До 10
Печатающее устройство типа ЕС-7030:	
скорость печати, строк/мин	650-890
набор знаков	82
число знаков в строке	128
Устройство ввода с перфокарт типа ЕС-6012:	
скорость считывания, карт/мин метод считывания	500 Фотоэлектрический
объем подающего кармана, карт	1000
объем приемного кармана, карт	1000
Устройство вывода данных на перфокарты типа ЕС-7010:	
скорость перфорации, карт/мин	100
объем подающего кармана, карт	700
объем принимающего кармана, карт	700
число принимающих карманов	2
Устройство управления для накопителей на магнитной ленте	
ЕС-5511:	

число подключаемых накопителей	До 8
режим работы с каналом	Монопольный
Накопитель на магнитной ленте ЕС-5010:	
скорость ленты, мс	2
плотность записи, бит/мм	32
	8
скорость обмена данными (плотность 32 бит/мм), байт/с	64
число дорожек	9
время старта, мс	До 5,5
время останова, мс	До 5.5
время перемотки (длина ленты 732 м), мин магнитная головка	Комбинированная
	запись – считывания
ширина ленты, мм	12,7
кассета	Стандартная с защитным кольцом
Устройство управления для накопителей на магнитных дисках и барабанах типа ЕС-5551:	
число подключаемых накопителей	До 8
режим работы с каналом	Монопольный
Накопитель со сменными магнитными дисками типа ЕС-5056:	
метод записи	С двойной частотой *
Плотность информации, бит/мм:	
на дорожке 000	30
на дорожке 202	44
число дисков в пакете	6
число рабочих поверхностей дисков	10
число дорожек	200 рабочих и 3 резервных
скорость передачи данных, кбайт/с	156
объем памяти, мбайт	7,25
время перехода от дорожки к дорожке, мс	30
среднее время доступа, мс	150
минимальное время поиска цилиндра, мс	150
Устройство ввода с перфолент типа ЕС-6022:	
скорость, строк/с	1500
число двоичных разрядов (дорожек) на каждом шаге	5,6,7,8
Устройство вывода на перфоленты типа ЕС-7022:	
скорость, строк/с	150
число двоичных разрядов (дорожек) на каждом шаге	5,6,7,8

Приложение 2 формат ССП

Маска системы		Ключ защиты		Состояние		Код прерывания	
0	7	8	11	12	15	16	31
КДК		КУ		Маска программы		Адрес команды	
32	33	34	35	36	39	40	63

0–7 – маска системы;

0 – маска мультиплексного канала;

1–маска селекторного канала 1;

- 2—маска селекторного канала 2;
- 3— 6—маска селекторного канала 3—6 (ЭВМ ЕС-1020 не используются);
- 7—маска внешних прерываний;
- 8—11 — ключи защиты памяти;
- 12—15 — состояние;
- 12—режим работы с кодом обмена информации КОИ-8;
- 13—маска прерывания от схем контроля машины;
- 14—ждущее состояние;
- 15—задачное состояние;
- 16—31—код прерывания;
- 32—33—код длины команды;
- 34—35 — код условия;
- 36—39—маска программы;
- 36—маска переполнения с фиксированной запятой;
- 37—маска десятичного переполнения;
- 38—маска исчезновения порядка;
- 39—маска значимости;
- 40—63 — адрес команды.

Постоянно распределенные ячейки ОП

Адрес в шестнадцатеричной системе	Длина	Назначение
00	Двойное слово	ССП программы начальной загрузки
08	Двойное слово	КСК1 программы начальной (загрузки)
10	Двойное слово	КСК2 программы начальной загрузки
18	Двойное слово	Старое ССП для внешних прерываний
20	Двойное слово	Старое ССП для обращения к супервизору
28	Двойное слово	Старое ССП для программных прерываний
30	Двойное слово	Старое ССП для прерываний по контролю машины
38	Двойное слово	Старое ССП для прерываний по ВВ
40	Двойное слово	Слово состояния канала (ССК)
48	Слово	Адресное слово канала (АСК)
4С	Слово	Не используется
50	Слово	Таймер
54	Слово	Не используется
58	Двойное слово	Новое ССП для внешних прерываний
60	Двойное слово	Новое ССП для обращения к супервизору
68	Двойное слово	Новое ССП для программных прерываний
70	Двойное слово	Новое ССП для прерываний по контролю машины
78	Двойное слово	Новое ССП для прерываний по ВВ
80	—	Диагностическая область ЦП и каналов ВВ

Коды прерывания

Источник прерывания	Код прерывания биты 16—31 (в шестнадцатеричной системе)	Биты маски	Код длины	Выполнение инструкции
1	2	3	4	5
Ввод — вывод (старое ССП 38, новое ССП 78, приоритет 4)				
Канал 0	00 00 aa aa	0	X	Завершается
Канал 1	00 01 aa aa	1	X	Завершается
Канал 2	00 02 aa aa	2	X	Завершается
Программа (старое ССП, 28, новое ССП 68, приоритет 2)				
Операция	00 00 00 01	1, 2, 3		Подавляется

Привилегированная				
операция	00 00 00 02	1,2		Подавляется
Команда				
ВЫПОЛНИТЬ	00 00 00 03	2		Подавляется
Защита	00 00 00 04	0, 2,3		Подавляется или завершается
Адресация	00 00 00 05	0, 1, 2, 3		Подавляется или завершается
Спецификация	00 00 00 06	1, 2		завершается
Данные	00 00 00 07	2, 3		Подавляется
Переполнение с фиксированной запятой	00 00 00 08	36	1, 2	Завершается
Деление с фиксированной запятой	00 00 00 09		1, 2	Подавляется или завершается
Десятичное переполнение	00 00 00 0A	37	3	Завершается
Десятичное деление	00 00 00 0B		3	Подавляется
Переполнение порядка	00 00 00 0C		1, 2	Завершается
Исчезновение порядка	00 00 00 0D	38	1, 2	Завершается
Значимость	00 00 00 0E	39	1, 2	Завершается
Деление с плавающей запятой	00 00 00 0F		1, 2	Подавляется
Вызов супервизора (старое ССП 20, новое ССП 60, приоритет 2)				
Код операции в инструкции	00 00 00 0Ч		1	Завершается
Внешний источник (старое ССП 18, новое ССП 58, приоритет 3)				
Таймер	00 00 00 80	7	X	Завершается
Клавиша прерывания	00 00 00 40	7	X	Завершается
Внешний сигнал 2	00 00 00 20	7	X	Завершается
Внешний сигнал 3	00 00 00 10	7	X	Завершается
Внешний сигнал 4	00 00 00 08	7	X	Завершается
Внешний сигнал 5	00 00 00 04	7	X	Завершается
Внешний сигнал 6	00 00 00 02	7	X	Завершается
Внешний сигнал 7	00 00 00 01	7	X	Завершается
Контроль машины (старое ССП 30, новое ССП 70, приоритет 1)				
Машинный сбой	00 00 00 00	13	X	Завершается

Примечание :

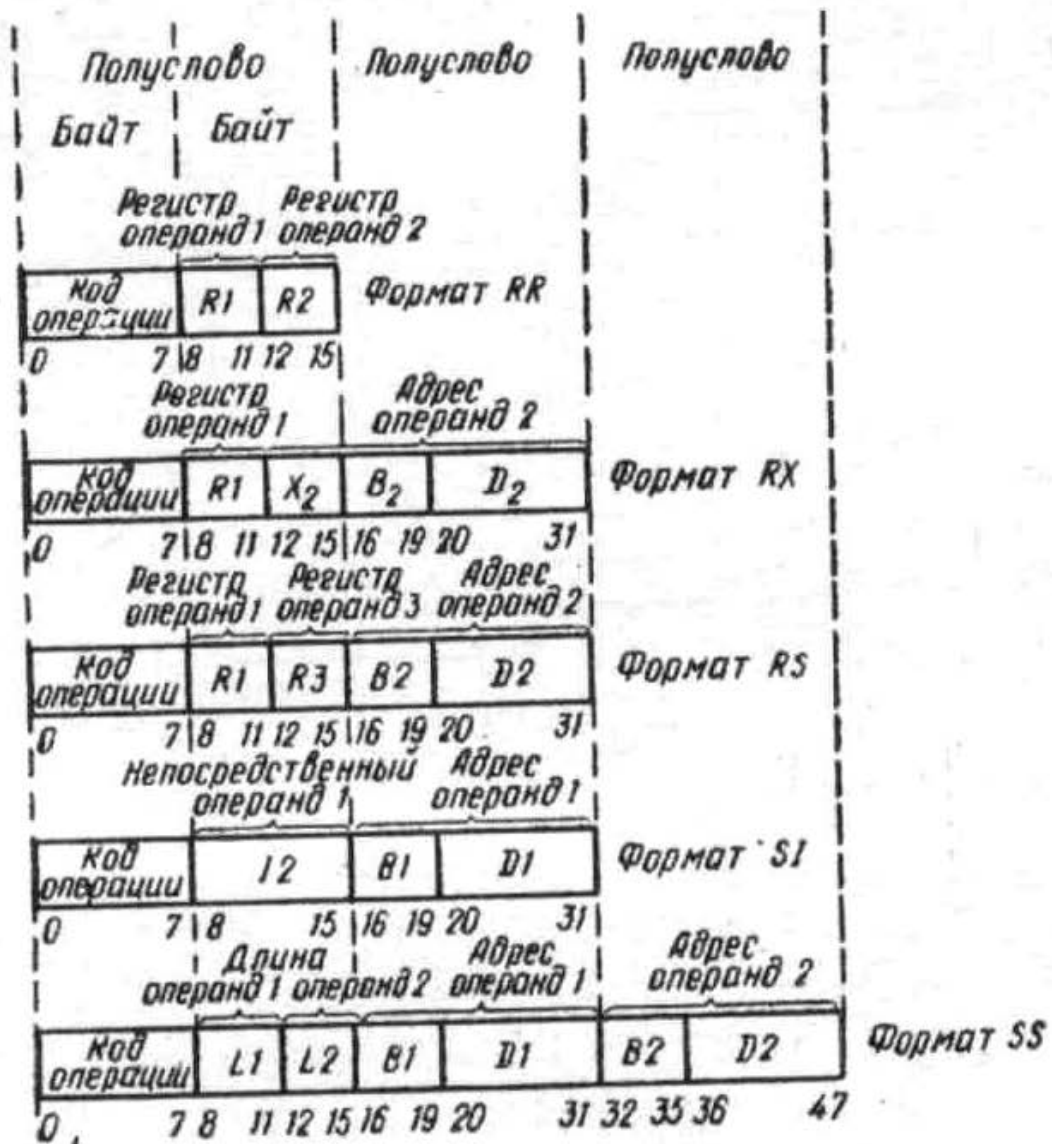
а–биты адреса устройства.

Ч–биты полей R1 и R2 команды ВЫЗВАТЬ СУПЕРВИЗОР.

X–значение этих бит непредсказуемо

Адреса нового и старого ССП даны в шестнадцатеричной системе счисления.

форматы команд



B, R – четырехбитный адрес одного из 16 общих регистров, в котором содержится регистр базы операнда или операнд;

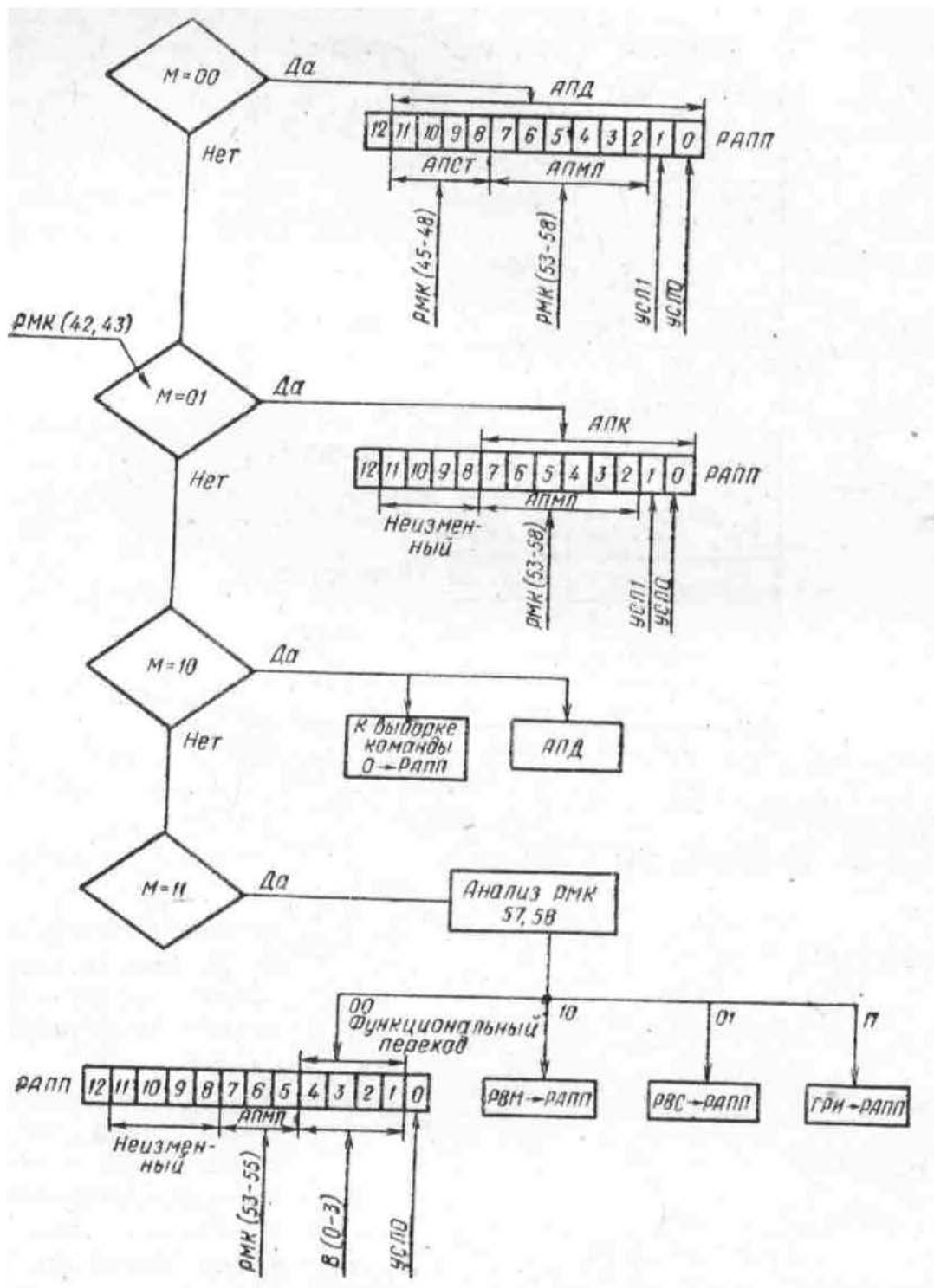
I – операнд, непосредственно содержащийся в формате команд;

D – двенадцатибитное смещение операнда;

L – длина операнда минус 1 (от 0 до 15);

X – адрес регистра индексного числа.

Организация нефиксированного адреса микрокоманды



Структура микрокоманды

Управление блоком арифметическим										Управление памятью							Организация адреса микрокоманды																			
Поле	5			4			3			2			1			5			4			3			2			1								
	с	а	в	Функция	в	Деформация	Память	Установ	УСП1	УСП0	М	Кр1	Кст/А	Пст	КМ0	ЛПМ0	РЕЗ	Кр2	Кр3																	
КОД	0	4	5	8	12	13	17	18	21	23	24	25	26	27	28	32	33	36	37	41	42	43	44	45	48	49	52	53	57	58	59	60	61	62	63	
00	00000			А+В	/	Прямо															АПД															
01	00001	Н	Н	Вып.нос.в.сд	*	Н	накрест	Х	МФЕ	ЧТ	О	Л	ГДШ								АПД															
02	00010	3	3	А-В (дес)	-:	3	мл.пр.	М	ГДИ	ЗЛ	РГ	Л	05С2	16С1	16С0						АПД/В															
03	00011	Л	Л	А-В (дв)	-	Л	ст.пр.	С	ПТУ	СТ	М		05С3	16С3	16С2						Ф,РС,ЛМ,ГДИ															
04	00100	Д	Д	АТранзит		Д	мл.накр	ХМ	Р				05С4	16С5	16С4																					
05	00101	Т	Т	А+В	*	Т	ст.накр	ХС	Т				05С5	16С7	16С6																					
06	00110	Ч	Ч	В-А (дес)	:-	Ч	перекос	П	Д				16С2	0РРФ	0РРФ																					
07	00111	Р	Р	В-А (дв)	--	Р	пед.к.ф.	ПК	К				16С3	1РРФ	1РРФ																					
08	01000	И	И	А+В	/-	И							16С4	0РКФ	0РКФ																					
09	01001	М	М	АТранзит	В	К							16С5	1РКФ	1РКФ																					
0A	01010	Ф	М	А+В	+1	Г							0РРФ	0РРФ	0РРФ																					
0B	01011	Е	Г	А+В	-	Е							0РРФ	1ННФ	0РКФ																					
0C	01100	Я	П	сдвиг влр	>	Ф							16С2	0РРФ	0РРФ																					
0D	01101	Г	БК	сдвиг влр	<	М							0РРФ	1ННФ	1ННФ																					
0E	01110	П	БД	А+В (дес)	+:	БС							0РРФ	1ЧЕТ	1ТЗН																					
0F	01111	БД	О	А+В (дв)	+	П							0РКФ	1РРФ	1РРФ																					
10	10000	БС				РЗ							0ТБП		1НДД																					
11	10001	БР				Р4							1ТБП		16ВВ																					
12	10010	БК				Р5							0ТВК		1ТАК																					
13	10011	БЗ				Р6							1ТВК		1ТВК																					
14	10100	Р1				Р9							0ТАК		1ТЧП																					
15	10101	Р2				Р6							1ТАК		1ТБЗ																					
16	10110	Р5				Р6							ИГН		1ТПЧ																					
17	10111	Р6				РГ							ЗКФ		1ТДП																					
18	11000	Р7				РД							СБП		1УПР																					
19	11001	Р8				КП							КЧ1		1РАС																					
1A	11010	Р9				Ф							КЧ2		1ТДК																					
1B	11011	РА				БР							1ПЗУ																							
1C	11100					РЕ							2ПЗУ		1ПУП																					
1D	11101					РП							1ПСО																							
1E	11110					ПЧ							1ПЛУ																							
1F	11111												1ТТО																							

* Занесение в т

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- АГ — аппаратное гашение
- АПРС — аппаратная приостановка
- АСК — адресное слово канала
- АДР-А — адрес от абонента
- АДР-К — адрес от канала
- БА — блок арифметический
- БЗП — блок защиты памяти
- БССК — блок сопряжения с «Консулом-260»
- БЛК-К — блокировка от канала
- БУК — блок управления каналами
- б/с — байт состояния
- б/д — байт данных
- ВУ — внешнее устройство
- ВБР-А — обратная выборка
- ВБР-К — выборка от канала
- ГКМ — гашение канала мультиплексного
- ГКС — гашение канала селекторного
- ГТВПРД — готовность передачи
- ДШК — дешифратор микро команды
- КМ — канал мультиплексный
- КОП — код операции
- КС — канал селекторный
- КУ — код условия

КСК — командное слово канала
КЛ — контроль программы
КЗ — контроль защиты
КДК — контроль данных канала
КУПР-А — конечное УПР-А
КИНФ-А — конечное ИНФ-А
КУК — контроль управления канала
КРИФ — контроль работы интерфейса
КЗЦ — контроль зацепления
КК — канал кончил
ЛП — локальная память
М — модификатор
МАСЧ — модификация адреса данных и счетчика байт
МП — мультиплексная память
МПРС — микропрограммная приостановка
МС — микропрограммный сброс
МУ — микропрограммная установка
ИНФ-А — информация от абонента
ИНФ-К — информация от канала
НУ — найденное устройство
НД — неверная длина
НМЛ — накопитель на магнитной ленте
НМД — накопитель на магнитных дисках
ОП — основная память
ОВВ — операция ввода-вывода
ПВК — переслать в канал
ПНВ — признак начальной выборки
ПРД1БТ — передача одного байта
ПРД2БТ — передача двух байт
ПСИФ — признак свободного интерфейса
ПУП — программно управляемое прерывание
ПИД — подавление индикации неверной длины
ПЗП — первоначальная загрузка программы
РАПП — регистр адреса постоянной памяти
РН, РЗ — информационные регистры ОП
РМК — регистр микрокоманд
РМН — адресный регистр ОП
РЯ — регистр адреса
РВС — регистр возврата селекторного канала
РВМ — регистр возврата мультиплексного канала
РКП — регистр канальных признаков
РРП — общий регистр признаков
СЧ — регистр счетчиков байт РФ0-РФ4 — буфер данных

РФ – буфер
РУДП – регистр управления передачи данных
Р2 – регистр выходной информации
Р3 – регистр входной информации
Р4 – регистр управления абонента
Р5, Р6 – регистры счетчика байт
Р7, Р8, Р9 – регистры адреса дачных
РА – регистр флажков
РБ, РЕ – регистры ошибок
РВ – регистр состояния канала
РГ – регистр управления канала
РД – регистр границ
РАБ-А – работа от абонента
РАБ-К – работа от канала
РВБ-К – разрешение выборки
ССК – слово состояния канала
ССП – слово состояния программы
СБАОП – сбой по адресации
ОП СБЗОП – сбой по защите
ОП ТРБ-А – требование абонента
ТВВРУ – триггер выборки устройства
ТВВБР-К – триггер блокировки выборки
ТВЗНУ – триггер блокировки занятого устройства
ТЗАДВБР-К – триггер задержанной выборки
ТВШИН-К – триггер блокировки шин канала
ТМИНФ-К – триггер микропрограммной ИНФ-К
ТСВРВБР-К – триггер сброса
ВВР-К ТОД – триггер операции данных
ТОЕМ – триггер обмена
ТНУ – триггер ненайденного устройства
ТХРАН – триггер хранения
ТГР – триггер границы
ТН – триггер начала
ТКС – триггер контроля выходных шин С БА
ТЗПРВ – триггер запроса на прерывание
ТКДРФ – триггер контроля данных буфера
ТЗАПРС – триггер запроса на аппаратную приостановку
ТЗМПРС – триггер запроса на микропрограммную приостановку
ТОБС – триггер обслуживания
ТБОП – триггер блокировки обращения к ОП
ТПРД – триггер передачи
ТЗП – триггер записи
ТЛ – триггер приема из РН и РЗ

ТМ2 – триггер модификации адреса и счетчика на 2
 ТМКМ – триггер маски КМ
 ТМКС1 – триггер маски КС1
 ТМКС2 – триггер маски КС2
 ТМКТМ – триггер маски контроля машины
 ТЖС – триггер ждущего состояния
 ТРУЧ – триггер ручной работы
 ТКТМ – триггер контроля машины
 ТБМПС – триггер блокировки микропрограммной приостановки
 ТКАСЧ – триггер контроля адреса данных и счетчика байт
 ТКИФП – триггер контроля интерфейса по паритету (по четности)
 ТКПИФ – триггер контроля последовательности признаков интерфейса
 ТКМВПИФ – триггер контроля множества входных признаков интерфейса
 ТСБРМН – триггер сбоя МН в режиме МПС
 ТЦП – триггер работы ЦК в режиме МПС
 ТЦДН – триггер цепочки данных немедленный
 ТОСЧТ – триггер обратного считывания
 ТКК – триггер КАНАЛ КОНЧИЛ
 ТОВВ – триггер останова
 ТБПУП – триггер буфера ПУП
 ТКДШИН-А – триггер контроля данных ШИН-А
 ТПОЛНРФО – триггер полного буферного регистра РФО
 ТСБРРФО – триггер сброса буферного регистра РФО
 ТВЛЗПР-КС2 из КС1 – триггер блокировки КС2 из запроса КС1
 ТСЧТ – триггер считывания из ОП
 ТП1ВБР-К – первый триггер перерыва в работе интерфейса по сигналу ВБР-К
 ТП2ВБР-К – второй триггер перерыва в работе интерфейса по сигналу ВБР-К
 ТП1ИНФ-К – первый триггер перерыва в работе интерфейса по сигналу ИНФ-К
 ТП2ИНФ-К – второй триггер перерыва в работе интерфейса по сигналу ИНФ-К
 ТПУПР-К – триггер перерыва в работе по сигналу УПР-К
 ТПИНФ-А – триггер перерыва в работе интерфейса по сигналу ИНФ-Л
 ТПСБ – триггер первого сбоя ЦП
 ТСБРА – триггер сбоя регистра А
 ТСБРВ – триггер сбоя регистра В
 ТСБРНЗ – триггер сбоя регистров Н и З
 ТСБВА – триггер сбоя ВА
 ТСБРБВ – триггер сбоя регистра ВЗ
 ТСБРАПП – триггер сбоя РАПП
 УВУ – управление внешними устройствами
 УСУ – управляющее слово устройства
 УК – ВУ кончило
 УПР-А – управление от абонента
 УПР-К – управление от канала

ЦД —цепочка данных

ЦК — цепочка команд

ЦП — центральный процессор

ШИН-А — шина абонента

ШИН-К — шина канала

XX/16 — адрес ячейки XX в шестнадцатеричной системе счисления

ЛИТЕРАТУРА

1. Абражевич Р. И., Качков В. П., Мальцев Н. А. Об управлении каналами ввода-вывода микропрограммной ЭВМ ЕС-1020. «Вопросы радиоэлектроники», серия ЭВТ, 1973, вып. 8.
2. Абражевич Р. И., Качков В. П., Павлов В. П., Поплавский В. Б. Некоторые факторы, влияющие на нагрузочную способность мультиплексного канала ЭВМ ЕС-1020. «Вопросы радиоэлектроники», серия ЭВТ, 1973, вып. 8.
3. Аджемян В. П., Гаспарян Л. Х., Кучукян А. Т. и др. Особенности структуры и функциональные характеристики ЭВМ ЕС-1030. «Вопросы радиоэлектроники», серия ЭВТ, 1973, вып. 1.
4. Антонов В. С., Заморин А. П., Лапин В. С. и др. Электронная вычислительная машина ЕС-1050.—«Вопросы радиоэлектроники», серия ЭВТ, 1973, вып. 1.
5. Атоян Р. В., Будучян Э. А., Саркисян Т. Е. Оценка производительности мультиплексного канала и его влияние на центральное обрабатывающее устройство—«Вопросы радиоэлектроники», серия ЭВТ, 1971, вып. 8.
6. Атоян Р. В. и др. Анализ влияния приоритета ЦОУ на качество обслуживания устройств ВВ и на работу ЦОУ. — «Вопросы радиоэлектроники», серия ЭВТ, 1971, вып. 8.
7. Волков А. Ф., Ведешенков В. А., Зенкен В. Д. Автоматический поиск неисправностей в ЦВМ. М.; «Советское радио», 1968.
8. Веригин В. В., Ермолаев Б. И., Кожарский Л. А. и др. Актуальные вопросы обеспечения надежности ЕС ЭВМ. — «Вопросы радиоэлектроники», Серия ЭВТ, 1973, вып. 1.
9. Вычислительная система IBM/360. Принципы работы. Пер. с англ. (под ред. Штаркмана В. С.), М., «Советское радио», 1969.
10. Джермейн К. Программирование на IBM/360. Пер. с англ. под ред. Штаркмана В. С. М., «Мир», 1971.
11. Дроздов Е. А., Пятибратов А. П. Основы построения и функционирования вычислительных систем. М., «Энергия», 1973.
12. Каган В. М., Каневский Н. М. Цифровые вычислительные машины и системы. М., «Энергия», 1973.
13. Казанцев А. М., Макаров Г. П. и др. Специализированная управляющая машина для комплексирования нескольких ЭВМ, вопросы мультиобработки информации, Новосибирск, «Наука», 1966.
14. Качков В. П., Тихович Ю. В. Зависимость пропускной способности селекторных каналов ЭВМ ЕС-1020 от емкости буфера данных.—«Вопросы радиоэлектроники», серия ЭВТ, 1973, вып. 8..
15. Ковалевич Э. В., Марголин М. С., Райков Л. Д. и др. Система математического обеспечения ЕС ЭВМ. — «Вопросы радиоэлектроники», серия ЭВТ, 1973, вып. 1.
16. Лапин В. С., Антонов В. С., Данилевский Ю. Г. и др. Система телеобработки данных ЕС ЭВМ. — «Вопросы радиоэлектроники», серия ЭВТ, 1973, вып. 1.
17. Ларионов А. М., Левин В. К., Соловьев В. П. и др. Логическая структура и принципы работы ЕС ЭВМ. — «Вопросы радиоэлектроники», серия ЭВТ, 1973, вып. I.
18. Ларионов А. М., Левин В. К., Соловьев С. П. и др. Система ввода — вывода ЕС ЭВМ. Принципы организации. «Вопросы радиоэлектроники», серия ЭВТ, 1973, вып. 1.
19. Ларионов А. М., Левин В. К., Соловьев С. П. и др. Принципы системной организации ЭВМ единой системы.—«Вопросы радиоэлектроники», серия ЭВТ, 1973, вып. 1.
20. Ларионов А. М., Левин В. К., Пржиалковский В. В., Фатеев А. Е. Основные принципы построения и технико-экономические характеристики Единой системы ЭВМ (ЕС ЭВМ).—

- «Управляющие системы и машины», Киев «Наукова думка», 1973, вып. 2.
21. Ларионов А. М., Левин В. К., Пржиялковский В. В., Фатеев А. Е. Технические и эксплуатационные характеристики моделей ЕС ЭВМ. — «Управляющие системы и машины», Киев, «Наукова думка», 1973, вып. 3.
22. Ларионов А. М., Пржиялковский В. В., Макурочкин В. Г., Фатеев А. Е. Технические и эксплуатационные характеристики внешних устройств.—«Управляющие системы и машины», Киев, «Наукова думка», 1973, вып. 3.
23. Ларионов А. М., Л е в и н В. К., Райков Л. Д., Фатеев А. Е. Основные принципы построения системы математического обеспечения ЕС ЭВМ (СМО ЕС).—«Управляющие системы и машины», Киев, «Наукова думка», вып. 3.
24. Майоров С. А., Новиков Г. И. Структура цифровых вычислительных машин. М., «Машиностроение», 1970.
25. Мультипроцессорные вычислительные системы, под ред. Хетагурова Я. А. М., «Энергия», 1971.
26. Пржиялковский В. В., Смирнов Г. Д., Мальцев Н. А. и др. Электронная вычислительная машина ЕС-1020.—«Вопросы радиоэлектроники», серия ЭВТ, 1973, вып. 1.
27. Путипцев Н. Д. Аппаратный контроль управляющих цифровых вычислительных машин. М., «Советское радио», 1966.
28. Селлерс Ф. Методы обнаружения ошибок в работе ЭЦВМ. Пер. с англ. под ред. Левина В. К. М., «Мир», 1972.
29. Сидоров А. Методы контроля электронных цифровых машин, М., «Советское радио», 1966.
30. Ушаков Г. Н. Аппаратный контроль и надежность специализированных ЭВМ. М., «Советское радио», 1969.
31. Флорес А. Организация вычислительных машин. Пер. с англ. под ред. Лапина В. С. М., «Мир», 1972.
32. Абражевич Р. И., Качков В. П., Павлов В. П., Поплавский В. Б. Оценка работы внешних устройств в мультиплексном канале ЭВМ ЕС-1020.—«Вопросы радиоэлектроники», серия ЭВТ, 1974, вып. 10.