

**У С Т Р О Й С Т В О
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ
УПРАВЛЯЮЩЕЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЕ
«ЭЛЕКТРОНИКА ДЗ-28»**

Техническое описание

И5М3.857.100 ТО



СОДЕРЖАНИЕ

| | Стр. |
|---|------|
| 1. Введение | 2 |
| 2. Назначение | 3 |
| 3. Технические данные | 3 |
| 4. Состав ДЗ-28 | 5 |
| 5. Конструкция | 7 |
| 6. Структура и общие принципы работы | 8 |
| 6.1. Общие сведения | 8 |
| 6.2. Микропрограммное устройство управления | 11 |
| 6.3. Арифметико-логическое устройство | 14 |
| 6.4. Регистры АЛУ | 16 |
| 6.5. Оперативное запоминающее устройство | 18 |
| 6.6. Накопитель на магнитной ленте | 24 |
| 6.7. Интерфейс ввода-вывода | 29 |
| 6.8. Встроенные контроллеры пишущей машины, фотосчитывателя и перфоратора для исполнений 15BM16-016, 15BM16-017, 15BM32-019, 15BM32-021 | 33 |
| 6.9. Встроенные контроллеры печатаемого устройства, фотосчитывателя и перфоратора для исполнений 15BM32-018, 15BM32-020 | 36 |
| 6.10. Клавиатура | 38 |
| 6.11. Устройство индикации | 38 |
| 6.12. Система микроприказов | 39 |
| 6.13. Временные диаграммы | 44 |
| 7. Микропрограммное обеспечение. Основные алгоритмы | 47 |
| 7.1. Общие сведения | 47 |
| 7.2. Включение питания | 50 |
| 7.3. Сброс | 50 |
| 7.4. Индикация | 50 |
| 7.5. Внешняя клавиатура | 52 |
| 7.6. Монитор | 52 |
| 7.7. Непрограммируемые операции | 54 |
| 7.8. Команды ввода-вывода | 55 |
| 7.9. Команды управления состоянием | 55 |
| 8. Периферийные устройства. Рекомендации и примеры построения | 60 |
| 8.1. Общие сведения | 60 |
| 8.2. Внешнее запоминающее устройство | 61 |
| 8.3. Устройство управления 15-10 | 62 |
| 8.4. Устройство связи с объектами АЦСКС-1024-001 | 62 |
| 8.5. ПУ пользователя | 63 |
| Лист регистрации изменений | 74 |

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Настоящее техническое описание (ТО) предназначено для ознакомления с устройством специализированным управляющим вычислительным «Электроника ДЗ-28» всех исполнений, соответствующих табл. 1 (в дальнейшем ДЗ-28).

1.2. При ознакомлении с ДЗ-28 необходимо дополнительно руководствоваться следующими документами:

- а) инструкцией по эксплуатации И5М3.857.100 ИЭ;
- б) справочником программиста И5М3.857.100 ДЗ;
- в) комплектом схем согласно описи альбома И5М3.857.100 ОП;
- г) распечаткой микрокоманд И5М3.857.100 Д2.

Примечание. И5М3.857.100 Д2 в комплект поставки не входит.

1.3. Условные обозначения, принятые в тексте:

ОЗУ – оперативное запоминающее устройство;

МЛ – магнитная лента;

НМЛ – накопитель на магнитной ленте;

← – пересылка;

() – содержимое регистра или ячейки;

((CA)) – содержимое ячейки с адресом, равным (A);

ПУ – периферийное устройство;

СИ – синхроимпульс;

ИИ – информационный импульс;

ВВОД – регистр входного байта «ВВОД»;

ВЫВ – регистр выходного байта «ВЫВОД»;

УПР – регистр выходного байта «УПРАВЛЕНИЕ»;

СИП – синхроимпульс ПУ;

СИМ – синхроимпульс ДЗ-28;

ВР – базовый адрес программы;

ВД – базовый адрес данных;

ПЗУ – постоянное запоминающее устройство;

МУУ – микропрограммное устройство управления;

АЛУ – арифметико-логическое устройство;

РАЛУ – регистры АЛУ;

СУВВ – схема управления вводом-выводом;

ПМ – пишущая машина;

КПМ – контроллер ПМ;

КФС – контроллер фотосчитывателя;

КПЛ – контроллер перфоратора;

ФСУ – фотосчитывающее устройство.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

2.1. ДЗ-28 предназначено для обработки данных и использования для автоматизации научно-технических расчётов, построения автоматизированных систем контроля и управления и информационно-справочных систем с малым объёмом данных.

2.2. ДЗ-28 рассчитано на эксплуатацию в закрытом помещении при температуре от плюс 10°C до плюс 35°C, относительной влажности воздуха до 80% и атмосферном давлении от 83,5 до 106 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

2.3. Питание ДЗ-28 осуществляется от однофазной сети переменного тока напряжением 220 В, допускаемое отклонение напряжения от минус 15 до плюс 10% номинального значения. Частота переменного тока 50 ± 1 Гц.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

3.1. Габаритные размеры ДЗ-28 не более:

- длина – 585 мм;
- ширина – 480 мм;
- высота – 180 мм;
- масса не более 24 кг.

3.2. Время выполнения микрокоманды, информационная ёмкость ОЗУ, наличие канала печатающего устройства, канала перфорационного оборудования приведены в табл. 1.

Таблица 1

| Исполнение | Сокращённое обозначение | Время выполнения микрокоманд, мкс | Объём ОЗУ, Кбайт | Канал печатающего устройства | Канал перфорационного оборудования |
|--------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| И5М3.857.100 | 15ВМ16-017 | 2 | 16 | Консул 260.1 или Консул 256 | ПЛ-150М СП-3 |
| -01 | 15ВМ32-016 | 1 | 32 | ИРПР СМ ОСТ 11.305.917-84 | ПЛ-150М СП-3 |
| -02 | 15ВМ32-021 | 2 | 32 | Консул 260.1 или Консул 256 | ПЛ-150М СП-3 |
| -03 | 15ВМ128-019 | 1 | 128 | – " – | – " – |
| -04 | 15ВМ32-020 | 2 | 32 | ИРПР СМ ОСТ 11.305.917-84 | ПЛ-150М СП-3 |
| -05 | 15ВМ128-018 | 1 | 128 | – " – | – " – |

3.3. ДЗ-28 допускает круглосуточную работу без выключения и с включением на любое время.

3.4. Максимальная электрическая мощность, потребляемая ДЗ-28, не более 200 Вт.

3.5. Система счисления – по основаниям 10 и 16.

3.6. Диапазон представляемых положительных чисел:

- в десятичной системе счисления от $0,1 \cdot 10^{-99}$ до 10^{99} ;
- в двоичной (шестнадцатеричной) системе счисления от 0 до $2^{15} - 1$.

3.7. Форма представления чисел:

- по основанию 10 с плавающей запятой;
- по основанию 16 целочисленная.

3.8. Разрядность числовой информации:

- по основанию 10 – 16 десятичных разрядов;
- по основанию 16 – 4 шестнадцатеричных разряда.

3.9. Разрядность АЛУ, бит – 4.

3.10. Количество программируемых команд – 463.

3.11. Число регистров АЛУ – 14.

3.12. Количество уровней подпрограмм – ограничено свободной от программ и данных пользователя частью ОЗУ, которая используется для организации стека адресов возврата.

3.13. Количество уровней прерывания:

- внешних 3 (по шести различным сигналам);
- внутренних 1 (по сигналу некорректности операции).

3.14. Основные операции и время их выполнения приведены в табл. 2.

Таблица 2

| Тип операции | Система счисления | Время выполнения, мс |
|---|-------------------|----------------------|
| Операции передачи управления (кроме поиска метки в ОЗУ) | 10 | 0,68 |
| | 16 | 0,079 |
| Логические операции | – | 0,049 |
| Пересылки чисел | 10 | 0,243 |
| | 16 | 0,062 |
| Сложение, вычитание | 10 | 0,77 |
| | 16 | 0,073 |
| Умножение | 10 | 4,67 |
| | 16 | 4,431 |
| Деление | 10 | 0,467 |
| Вычисление: | | |
| – e^X , $\ln X$ | 10 | 23 |
| – 10^X , $\lg X$ | 10 | 18,5 |
| – \sqrt{X} | 10 | 25 |
| – тригонометрических функций | 10 | 67 |
| – гиперболических функций | 10 | 49 |
| Преобразование координат | 10 | 72 |

Примечания. Данные в табл. 2 приведены для вариантов исполнения со временем выполнения макрокоманды 1 мкс.

3.15. Запись информации в ОЗУ может осуществляться с клавиатуры ДЗ-28, с кассеты встроенного НМЛ, ПУ.

3.16. Способ управления операциями – по программе, с клавиатуры или с ПУ.

3.17. ДЗ-28 обеспечивает взаимодействие с комплексом периферийного оборудования, в состав которого могут входить различного рода датчики цифровой информации, устройства хранения, приёма, выдачи, отображения информации и т.п., совместимые с устройством ДЗ-28 по интерфейсу ввода-вывода.

3.18. В состав ДЗ-28 входят встроенные устройства ввода-вывода (клавиатура, индикаторное табло), а также для исполнений 15ВМ16-017, 15ВМ128-019, 15ВМ32-021 контроллеры: пишущей машины типа «Консул», фотосчитывающего устройства типа FS1501-в/р и перфоратора ПЛ-150ПА; для исполнений 15ВМ32-016, 15ВМ128-018, 15ВМ32-020 контроллер печатающих устройств с интерфейсом ИРПР СМ ОСТ 11305.917-84, фотосчитывающего устройства СП-3 и перфоратора типа ПЛ-150М.

3.19. Количество индицируемых позиций индикаторного табло – 32.

3.20. Тип кассеты, используемый в НМЛ, – МК-60 (МК-60.1).

3.21. Объём информации, который можно хранить с помощью НМЛ на одной стороне кассеты – до 200 Кбайт.

3.22. Скорость чтения-записи – около 445 байт/с)

3.23. Количество адресуемых ПУ – практически неограниченно.

3.24. Максимальная скорость ввода с ПУ – не менее $7 \cdot 10^4$ байт/с, вывода на ПУ – $7,5 \cdot 10^4$ байт/с (для ДЗ-28 с циклом 1 мкс).

3.25. Напряжённость поля и напряжение радиопомех, создаваемых ДЗ-28, не превышает значений, приведённых в табл. 3.

Таблица 3

| Диапазон частот, МГц | Напряжённость поля, дБ | Напряжение радиопомех, дБ |
|-------------------------|---------------------------|------------------------------|
| от 0,15 до 0,5 | 60 | 80 |
| св. 0,5 до 2,5 | 54 | 74 |
| св. 2,5 | 46 | 66 |

3.26. ДЗ-28 обеспечивает следующие показатели надёжности:

- а) наработка на отказ при доверительной вероятности $P = 0,8T$ не менее 1000 ч;
- б) наработка на сбой без учёта сбоя НМЛ не менее 48 час;
- в) среднее время восстановления на уровне блоков T_B не более 1 ч;
- г) средний срок службы до списания не менее 10 лет;
- д) коэффициент готовности, K_r не менее 0,95.

4. СОСТАВ ДЗ-28

4.1. Изделия и блоки, входящие в состав всех вариантов исполнения, приведены в таблице 4.

Таблица 4

| Наименование | Обозначение |
|---------------------|--------------|
| Пульт управления | И5М3.867.169 |
| Блок АЛУ | И5М3.866.014 |
| Блок регистров АЛУ | И5М3.666.013 |
| Кассета | И5М4.212.099 |
| Блок питания БПС5-1 | 0102.087.055 |
| Корпус | И5М4.135.448 |

4.2. Блоки, являющиеся переменными для вариантов исполнения, приведены в таблице 5.

Таблица 5

| Обозначение варианта исполнения | Наименование блока | Обозначение блока |
|---------------------------------|---|--|
| И5М3.857.100 | Блок ОЗУ Блок управления ПУ и ПЗУ Блок управления ОЗУ и НМЛ ПЗУ Блок упр. «Консул 260.1» «Консул 256» | И5М3.853.032 И5М3.856.055 И5М3.857.110 И5М3.853.031-01 И5М3.852.035 ПЕЛ3.390.011 |
| И5М3.857.100-01 | Блок ОЗУ Блок упр. ОЗУ и НМЛ ПЗУ Блок упр. ПУ и ПЗУ Блок упр. ПУ | И5М3.853.071 И5М3.857.217-01 И5М3.857.217-05 или ПЕЛ3.065.001 И5М3.856.055-01 И5М3.852.067 |
| И5М3.857.100-02 | Блок ОЗУ Блок упр. ОЗУ и НМЛ Блок упр. «Консул 260.1» «Консул 256» ПЗУ Блок упр. ПУ и ПЗУ | И5М3.853.071 И5М3.857.217 И5М3.857.217-04 или И5М3.852.035 ПЕЛ3.390.011 И5М3.853.031-01 И5М3.856.055 |
| И5М3.857.100-03 | Блок ОЗУ Блок упр. ОЗУ и НМЛ Блок упр. ПУ и ПЗУ Блок упр. «Консул 260.1» «Консул 256» | ПЕЛ3.064.001 ПЕЛ3.057.004 И5М3.856.055-01 И5М3.852.035 ПЕЛ3.390.011 |
| И5М3.857.100-04 | Блок ОЗУ Блок упр. ОЗУ и НМЛ Блок упр. ПУ Блок упр. ПУ и ПЗУ ПЗУ | И5М3.853.071 И5М3.857.217 И5М3.857.217-04 или И5М3.852.067 И5М3.856.055 И5М3.853.031-01 |
| И5М3.857.100-05 | Блок ОЗУ Блок упр. ОЗУ и НМЛ Блок упр. ПУ Блок упр. ПУ и ПЗУ ПЗУ | ПЕЛ3.064.001 ПЕЛ3.057.004 ПЕЛ3.057.004-01 или И5М3.852.067 И5М3.856.055-01 ПЕЛ3.065.001 |

5. КОНСТРУКЦИЯ

5.1. Основными конструктивными узлами ДЗ-28 являются:

- а) основание;
- б) пульт управления;
- в) кассета с набором блоков;
- г) постоянное запоминающее устройство (ПЗУ);
- д) блок питания.

5.2. Металлическое основание ДЗ-28 является несущей частью конструкции. На задней стенке основания расположены элементы блока питания, рассеивающие большую мощность, разъёмы для подключения пишущей машины «Консул» (ПЕЧАТЬ), фотосчитывающего устройства FS1501-в/р и перфоратора ПЛ150П-А (ПЛ/ФС) и контроллера ПУ пользователя (ВВОД-ВЫВОД).

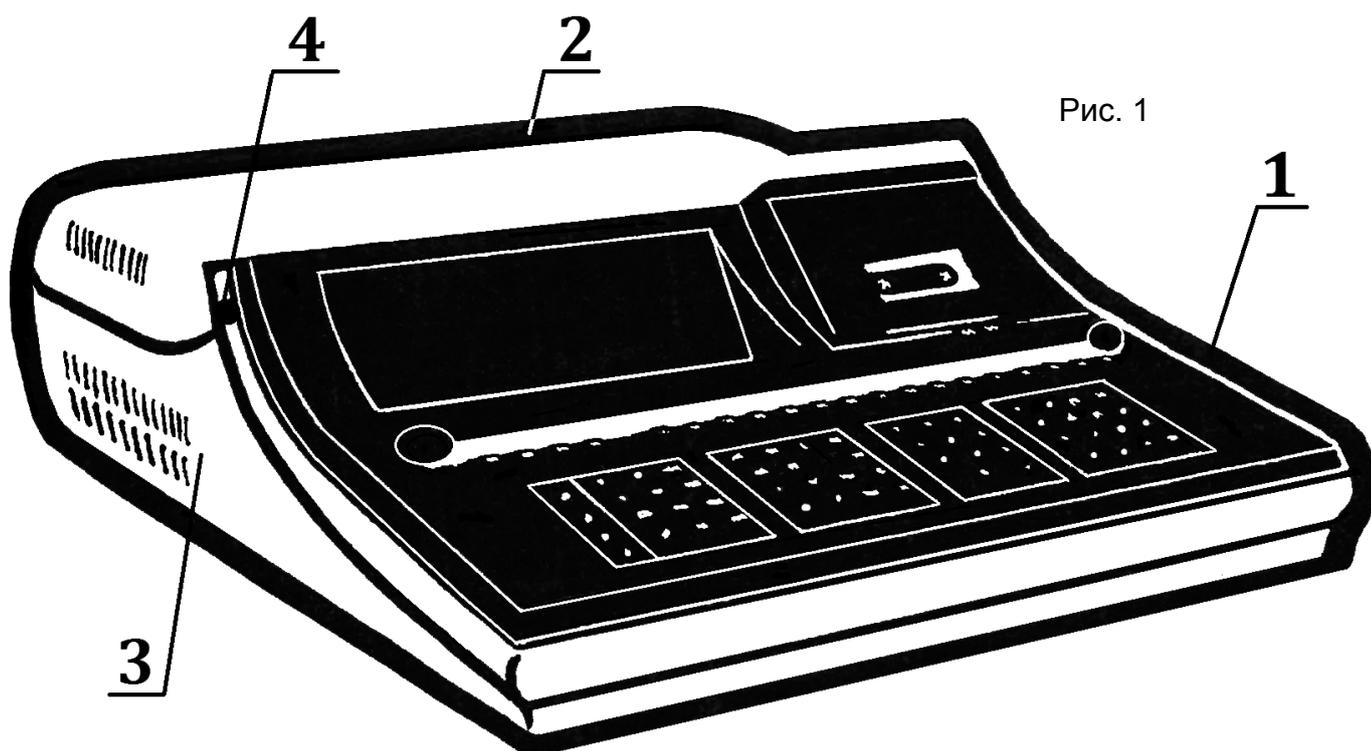
Для вариантов исполнений 15ВМ32-016, 15ВМ128-018, 15ВМ32-020 разъёмы ПЕЧАТЬ для подключения печатающих устройств и ПЛ/ФС для подключения перфорационного оборудования поменялись местами по сравнению с исполнениями 15ВМ16-017, 15ВМ128-019, 15ВМ32-021.

На задней стенке корпуса размещены также предохранители и выключатель питания.

5.3. На лицевой панели ДЗ-28 расположен пульт управления, включающий индикаторное табло, клавиатуру и НМЛ.

Пульт управления выполнен съёмным. Для съёма пульта управления поз. 1 (рис. 1) необходимо отвернуть винты поз. 4, сдвинуть пульт вперёд по основанию поз. 3 до упора и поворотом верхней части пульта на себя снять его с основания.

Крышка поз. 2 откидывается поворотом от себя до упора и снимается с осей.



У исполнений 15ВМ16-017, 15ВМ32-021, 15ВМ32-020 в передней части устройства расположено ПЗУ – поз.1 (рис.2). Устанавливается ПЗУ на основание: с одной стороны оно прижимается к основанию скобами поз.2, с другой – крепится планками поз.3.

У исполнений 15ВМ32-016, 15ВМ128-018, 15ВМ128-019 ПЗУ устанавливается в самую нижнюю позицию кассеты.

Кассета ДЗ-28 поз.4 предусматривает горизонтальное расположение блоков. Кассета устанавливается осями в пазы уголков поз.5, расположенных на задней стенке основания, и крепится к основанию скобой. Конструкция обеспечивает свободный поворот кассеты на угол 90-120° и съём её с уголков поз.5.

Блок питания поз.6 выдвигается из скоб после отвинчивания винтов поз.7.

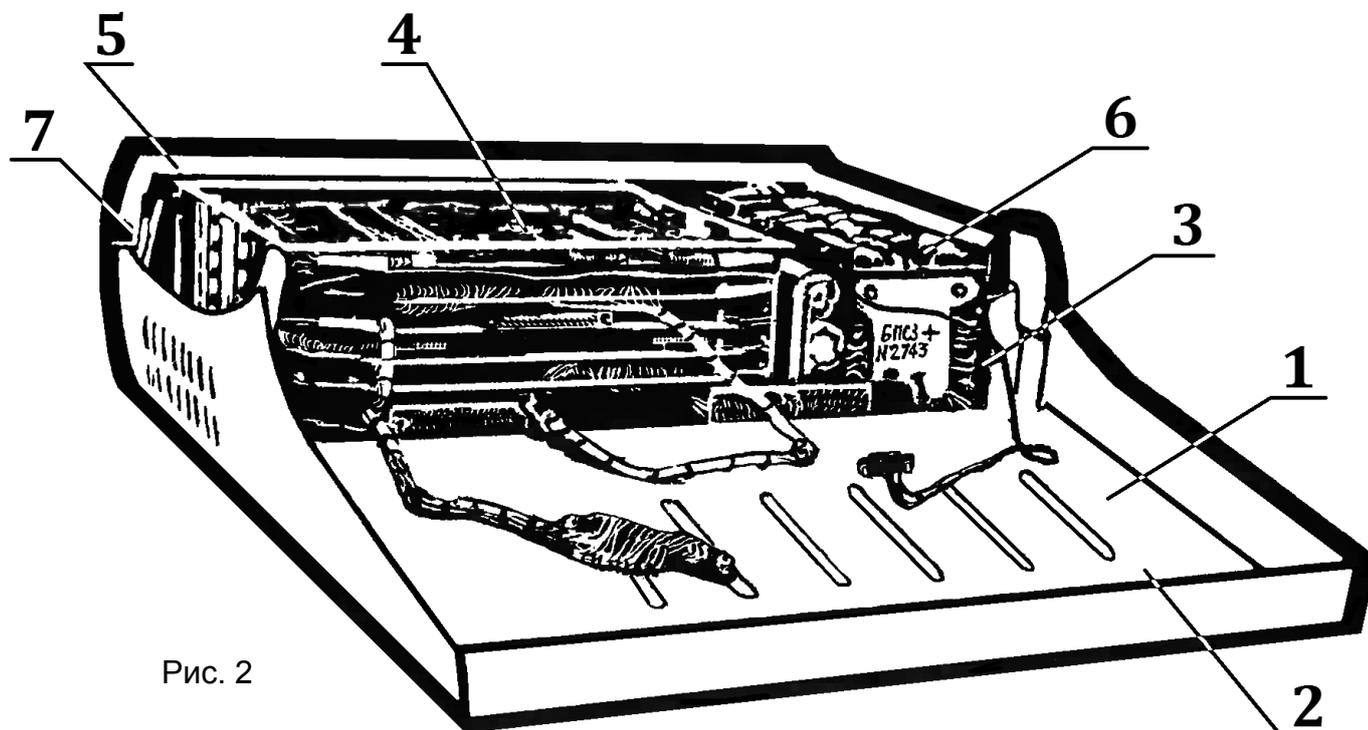


Рис. 2

5.4. Кассета предназначена для обеспечения электрических соединений между блоками. Электрические соединения в кассете выполнены, в основном, печатным монтажом на плате соединений.

Связь кассеты с пультом управления, ПЗУ, блоком питания и разъёмами для подключения периферийного оборудования осуществляется с помощью жгутов.

5.5. Элементная база ДЗ-28 – интегральные микросхемы серий К553, К155, К561, К565, К596 и дискретные элементы.

6. СТРУКТУРА И ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ

6.1. Общие сведения

6.1.1. Структурная схема ДЗ-28 приведена на рис.3. Основными функциональными узлами ДЗ-28 являются:

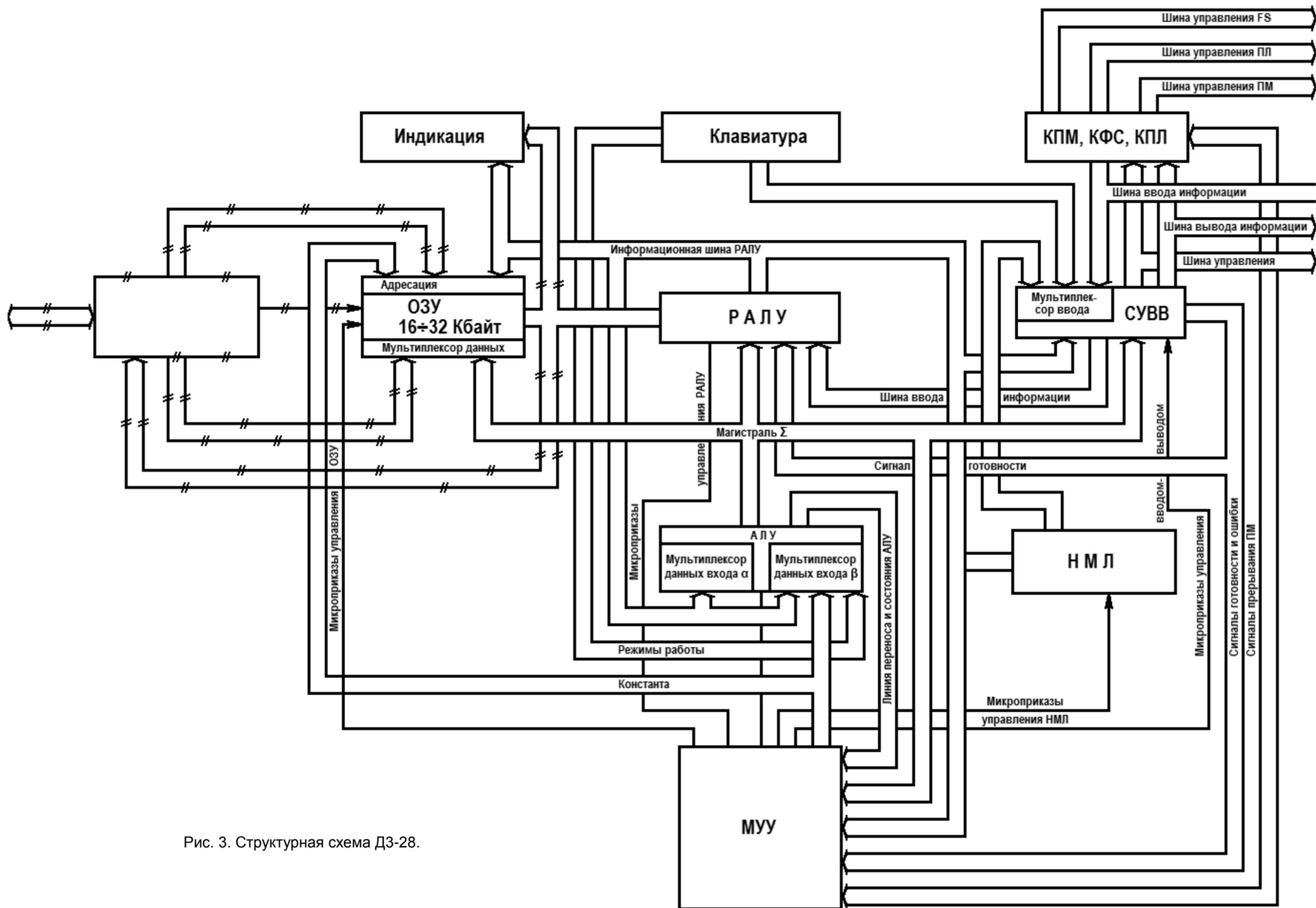


Рис. 3. Структурная схема ДЗ-28.

- а) микропрограммное устройство управления (МУУ) с постоянным запоминающим устройством (ПЗУ);
- б) четырёхразрядное арифметико-логическое устройство (АЛУ);
- в) регистры АЛУ (РАЛУ);
- г) оперативное запоминающее устройство (ОЗУ);
- д) накопитель на магнитной ленте (НМЛ);
- е) схема управления вводом-выводом (СУВВ);
- ж) контроллеры пишущей машины (КПМ), фотосчитывателя (КФС) и перфоратора (КПЛ);
- з) клавиатура
- и) индикация.

6.1.2. ДЗ-28 является вычислительным устройством с микропрограммным управлением. Алгоритмы работы реализуются с помощью микропрограмм, записанных в ПЗУ.

В каждом машинном такте ДЗ-28 из ПЗУ производится чтение слова микрокоманды, которое указывает направление передачи данных между функциональными узлами ДЗ-28 и характер их преобразования.

6.1.3. Слово микрокоманды ДЗ-28 разделяется на управляющие поля трёх типов:

- а) поле микроопераций;
- б) поле адреса;
- в) поле условных переходов.

Поле микроопераций задаёт порядок работы:

а) АЛУ и РАЛУ – указание адресов операндов, которые подаются на входы АЛУ, указание операций, которые необходимо выполнить над этими операндами в АЛУ, указание РАЛУ, в которые помещаются результаты выполнения операции АЛУ;

б) ОЗУ – указание РАЛУ, задающих адрес ячейки ОЗУ в данном такте обращения к ОЗУ, указание вида обмена данными (чтение или запись);

в) УВВ – формирование синхроимпульса машины (СИМ), при выполнении вывода информации на ПУ, формирование сигнала готовности к обмену информацией (ВВ), запись информации из магистрали Σ и РАЛУ в регистры данных вывода информации и управления;

г) НМЛ – задание операций перемотки, чтения, записи.

Поле микроопераций также служит для установки и сброса флажковых триггеров и задания ветвления микропрограммы по результату на выходе АЛУ.

Поле адреса указывает базовый адрес следующей микрокоманды.

В поле условных переходов закодированы условные или безусловные ветвления микропрограммы относительно базового адреса.

6.1.4. Работа ДЗ-28 во времени представляет собой непрерывное повторение машинных тактов, в каждом из которых осуществляется:

а) выборка микрокоманды из ПЗУ по адресу, указанному полем адреса и полем условных переходов в предыдущем машинном такте;

б) дешифрирование микроприказов и выполнение соответствующих микроопераций, в том числе формирование адреса следующей микрокоманды.

6.2. Микропрограммное устройство управления

6.2.1. Структурная схема МУУ приведена на рис. 4.

Для исполнений 15ВМ16-017, 15ВМ32-021, 15ВМ32-019 в основу МУУ положено диодно-трансформаторное ПЗУ. Для исполнений 15ВМ32-016, 15ВМ128-018, 15ВМ128-019 в основу МУУ положено ПЗУ на ИМС специальное К596РЕ1. Ёмкость ПЗУ составляет 4096 слов по 44 разряда каждое.

Символическое обозначение разрядной комбинации в каждой подгруппе разрядов поля микроопераций управляющего слова называется микроприказом.

Набор микроприказов, определяющих конкретные действия ДЗ-28 в течение одного машинного такта, называется микрокомандой.

Последовательность микрокоманд, которая определяет последовательность операций, необходимых для выполнения данной математической или логической операции, называется микропрограммой.

6.2.2. Выбранная из ПЗУ микрокоманда поступает в регистр микрокоманды. Регистр микрокоманды содержит 44 двоичных разряда (условное обозначение E1...E44). Разряды E1...E28 образуют поле микроопераций. Разряды E21...E24 служат для формирования констант, используемых для непосредственного задания операндов АЛУ и адресов ОЗУ. Остальные разряды поля микроопераций поступают на дешифратор микроприказов, который формирует микроприказы управления.

6.2.3. Разряды E44, E29...E37 образуют поле адресов и поступают в регистр адреса микрокоманды.

Разряды E38...E43 образуют поле условного перехода и поступают в схему анализа условий.

Схема анализа условий перехода, в зависимости от информации содержащейся в поле условного перехода, формирует младшие разряды адреса следующей микрокоманды в соответствии с определённым сигналом перехода.

Каждой комбинации кода поля условного перехода соответствуют определённые сигналы условия перехода, по состоянию которых и устанавливаются младшие разряды адреса следующей микрокоманды. Одновременно условный переход может быть осуществлён по одному или двум сигналам условия перехода. Кроме того, специальным микроприказом в четыре младших разряда регистра адреса микрокоманды записывается результат логического сложения информации магистральной Σ и информации, поступающей в эти разряды из регистра микрокоманды и схемы анализа условий. Таким образом, МУУ имеет возможность выбора направлений перехода (ветвлений), т.е. способно выбрать одно из двух, четырёх, восьми или шестнадцати возможных направлений в каждом машинном такте.

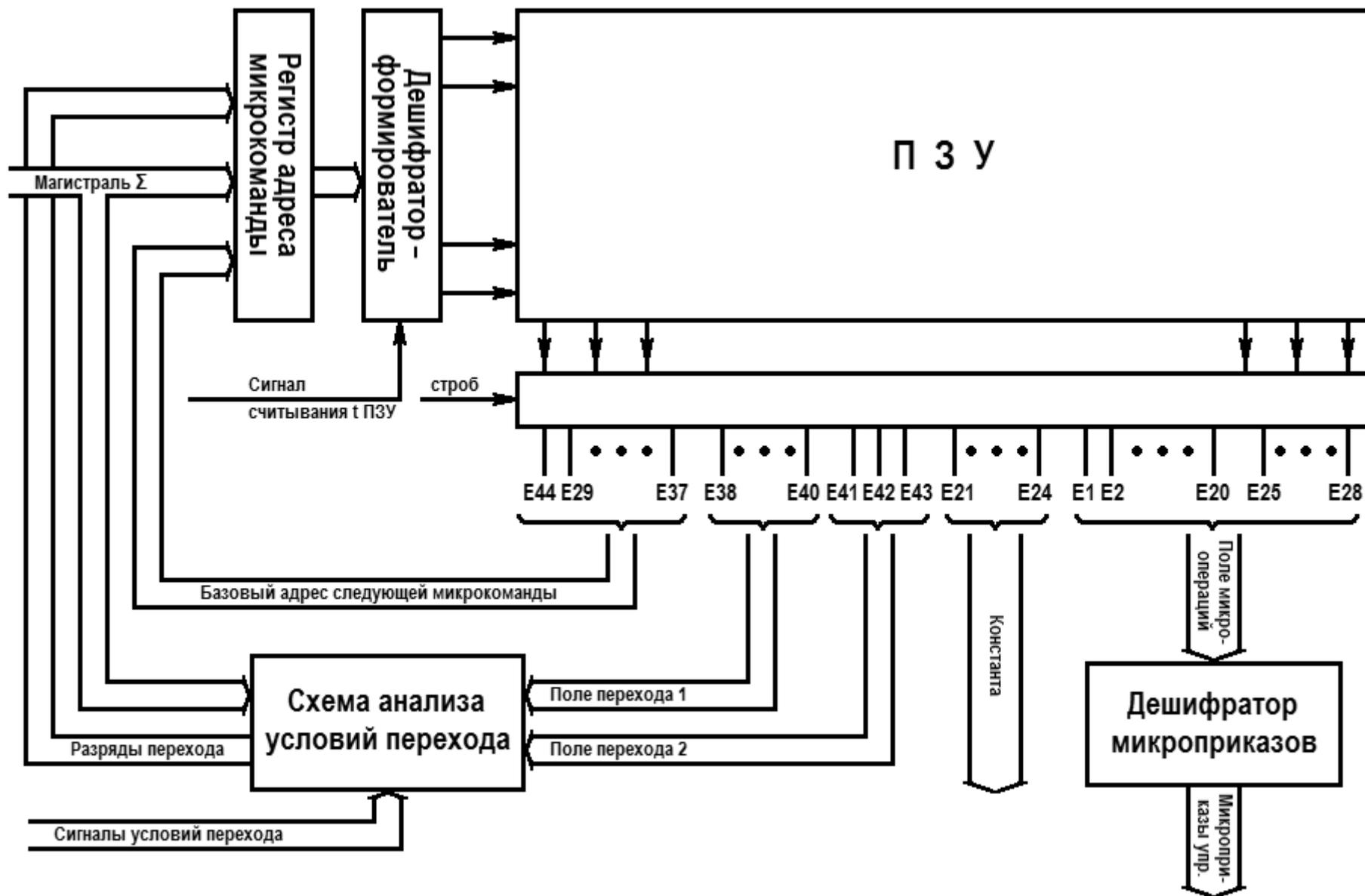


Рис. 4. Структурная схема МУУ.

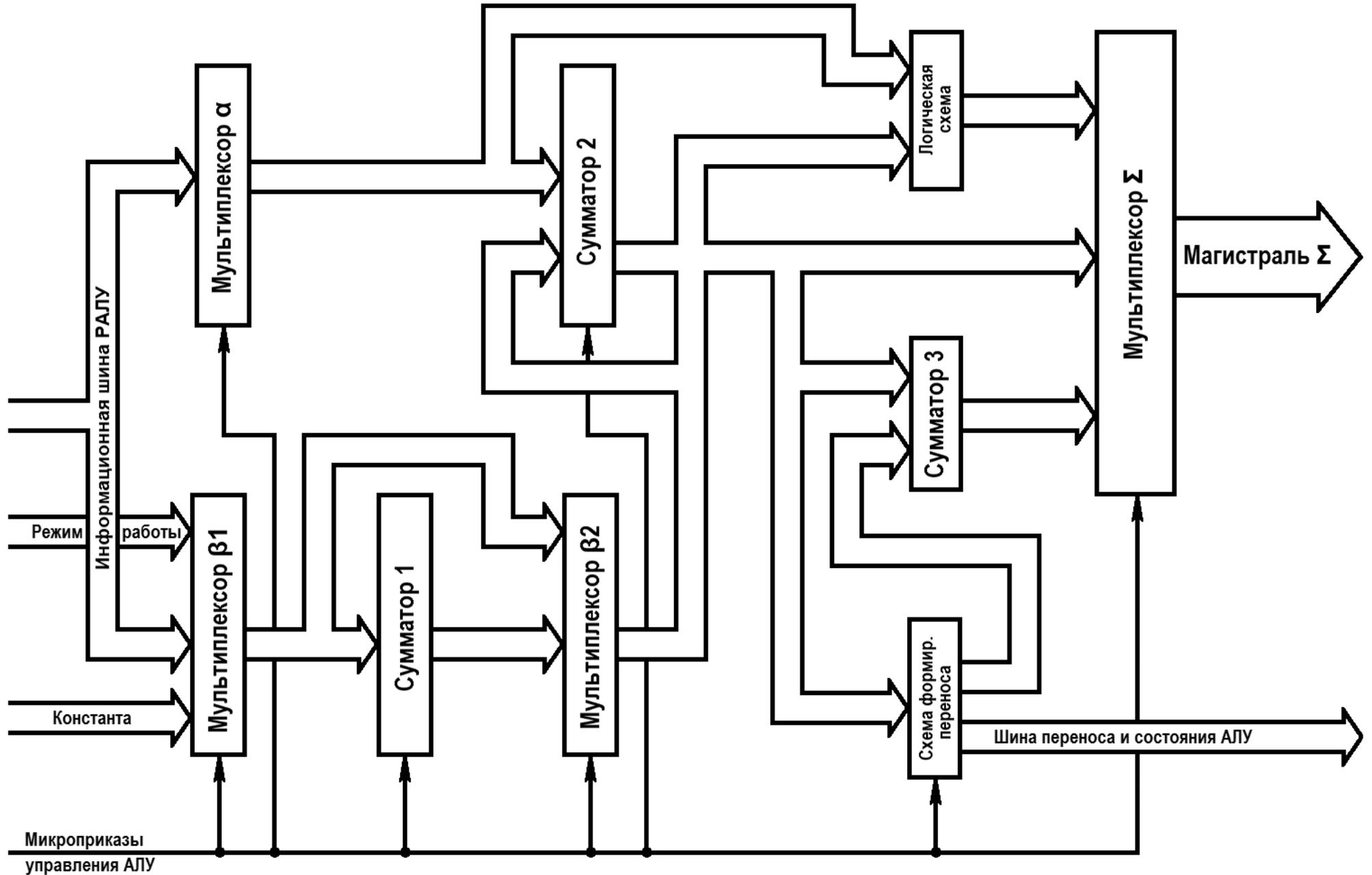


Рис. 5. Структурная схема АЛУ.

Направление перехода зависит от состояния сигналов перехода, определяемых данными на выходе АЛУ или состоянием ДЗ-28 в предыдущем машинном такте.

Выбор направлений перехода выполняется логической схемой. Последовательность выборки микрокоманд определяется содержимым нескольких полей. Поле адреса управляющего слова непосредственно задаёт базовый адрес, т.е. старшие разряды адреса управляющего слова, и его не требуется декодировать. Поля переходов указывают условия перехода, определяемые аппаратурой и обрабатываемыми данными, которые необходимо учесть, чтобы путём соответствующей обработки определить младшие разряды адреса управляющего слова.

Адрес микрокоманды, сформированный в регистре микрокоманды, поступает на дешифратор-формирователь, который по сигналу считывания формирует импульс тока в проводе, соответствующем данному адресу. Этот провод прошивается в соответствии с заданной по данному адресу микрокомандой. С вторичных обмоток трансформаторов сигналы по строку заносятся в регистр микрокоманды.

6.3. Арифметико-логическое устройство

6.3.1. Основой АЛУ является четырёхразрядный сумматор, работающий в шестнадцатеричной системе счисления. Десятичная арифметика реализована дополнительными корректирующими цепями.

АЛУ способно выполнять арифметические и логические преобразования входной информации. Структурная схема АЛУ показана на [рис. 5](#).

Данные с выходов РАЛУ поступают на входы мультиплексоров α и $\beta 1$.

На входы мультиплексора $\beta 1$ подаётся также константа, записанная в ПЗУ МУУ, и информация о режимах работы от блока клавиатуры. Под управлением исполняемой микрокоманды на выходы мультиплексоров поступают данные только от одного из подключенных к ним входов. Затем АЛУ преобразует входные данные в соответствии с полем микроопераций микрокоманды. Результат появляется на выходных шинах АЛУ (Σ) и помещается по месту назначения, определяемому исполняемой микрокомандой.

По существу АЛУ обрабатывает входные данные как двоичную информацию. Для обработки десятичных арифметических данных предусмотрены дополнительные логические схемы. Эти схемы представлены на структурной схеме узлами вычисления десятичного и шестнадцатеричного дополнений (сумматор 1 и мультиплексор 2) и узлом десятичного корректора (схема формирования переноса и сумматор 3).

6.3.2. Узел вычисления десятичного и шестнадцатеричного дополнения служит для реализации операции вычитания путём сложения уменьшаемого, поступающего с выхода мультиплексора α , и вычитаемого в виде обратного кода (дополнения до 15 или 9), поступающего с выхода мультиплексора $\beta 2$.

При реализации вычитания двоичных чисел вычисляется шестнадцатеричное дополнение, при реализации вычитания десятичных чисел вычисляется десятичное дополнение.

Вычисление дополнения сводится к вычитанию исходной информации из наибольшего числа системы счисления.

Информация с выхода мультиплексора $\beta 1$ поступает в инвертированном виде, а сумматор 1 производит её сложение в зависимости от микроприказа, указывающего систему счисления, либо с 0 (шестнадцатеричная система счисления), либо с 10 (десятичная система счисления). Таким образом, на выходе сумматора 1 устанавливается информация, поступившая с выхода мультиплексора $\beta 1$ в виде шестнадцатеричного или десятичного дополнения.

6.3.3. Информация с выхода сумматора 1 и с выхода мультиплексора $\beta 1$ поступает на входы мультиплексора $\beta 2$. Мультиплексор служит для передачи данных на вход сумматора 2 или в обычном виде, или в виде дополнения. Управляется мультиплексор $\beta 2$ микроприказом МУУ, который указывает, нужно ли вычисление дополнения при выполнении операций АЛУ в данной микрокоманде.

Сумматор 2 производит сложение данных, поступающих с выходов мультиплексоров α и $\beta 2$.

Данные с выходов мультиплексоров α и $\beta 2$ поступают также на входы логической схемы, которая реализует функции конъюнкции и сложения по модулю 2 (исключающего ИЛИ).

Результат сложения сумматором 2 поступает на входы мультиплексора Σ со смещением информации в сторону младшего разряда (тем самым выполняется операция сдвига влево на один разряд), на входы сумматора 3 и на схему формирования переноса.

Схема формирования переноса формирует перенос в старший разряд в зависимости от системы счисления, в которой производятся вычисления, если результат сложения сумматором 2 превысил значения 15 (шестнадцатеричная система счисления), или 9 (десятичная система счисления).

В том случае, если формируется десятичный перенос в старший разряд, необходимо также откорректировать результат сложения, поступающий с выхода сумматора 2 в виде шестнадцатеричного числа. Коррекция результата заключается в добавлении в результату разности между основаниями системы – шести.

Коррекцию результате сложения сумматором 2 производит сумматор 3 по сигналу от схемы формирования переноса, который формируется одновременно с сигналом десятичного переноса.

По этому сигналу сумматор 3 производит сложение результата сумматора 2 с шестью, тем самым на вход мультиплексора Σ поступает откорректированный результат. При отсутствии этого сигнала сумматор 3 производит сложение результата сумматора 2 с нулём, тем самым результат сложения поступает на вход мультиплексора Σ без изменений.

С помощью мультиплексора Σ в зависимости от операций, выполняемых АЛУ, в выходную магистраль Σ поступает информация или с выходов логической схемы (заданы операции конъюнкции или сложения по модулю два), или с выхода сумматора

2 (задана операция сдвига влево на один разряд), или с выхода сумматора 3 (заданы микрооперации сложения).

Запоминание переноса в старший разряд осуществляется схемой формирования переноса с помощью специальных триггеров, управляемых микроприказами.

6.4. Регистры АЛУ

6.4.1. ДЗ-28 содержит 14 четырёхбитных аппаратных регистров (регистров АЛУ).

Все регистры АЛУ используются микропрограммами для хранения промежуточных данных, поступающих из магистрали Σ , и кроме того, для выполнения специальных функций, приведённых в табл. 6.

Структурная схема регистров АЛУ показана на рис. 6.

Таблица 6

| Условное обозначение сверхоперативного регистра | Специальные функции |
|---|--|
| Z0 | Флажки ветвлений микропрограммы (состояние его разрядов являются сигналами условий перехода). |
| Z1 | — |
| Z2 | Формирование адреса ячейки ОЗУ. |
| Z3 | Формирование адреса ячейки ОЗУ и указание разряда индикаторного табло, в котором отображается считанная из ОЗУ информация. |
| Z4 | Приём кода с клавиатуры или ПУ. |
| Z5 | Приём кода с клавиатуры или ПУ. |
| Z6 | Приём кода из буфера ОЗУ, вывод кода на ПУ. |
| Z7 | Приём кода из буфера ОЗУ. |
| A1 | Формирование адреса ячейки ОЗУ. |
| A2 | то же |
| A3 | — " — |
| A4 | — " — |
| M | Маскирование внешних прерываний. |
| УК | — |

6.4.2. Адрес регистра, принимающего данные из магистрали, содержит исполняемая микрокоманда. Сигнал приёма информации с магистрали Σ поступает от дешифратора микроприказов МУУ в виде микроприказа. В регистры Z4...Z7 информация записывается с выходов мультиплексоров, ко входам которых подключены шина магистрали Σ и шина ввода информации (регистры Z4, Z5), или шина магистрали Σ и выходы буферных регистров ОЗУ (регистры Z6, Z7).

Мультиплексоры 1 и 2 управляются сигналом готовности из СУВВ. При наличии сигнала готовности ($BB = 0$) информация в регистры Z4 и Z5 записывается с шин ввода информации. При отсутствии сигнала готовности ($BB = 1$) информация записывается из магистрали Σ при наличии соответствующего микроприказа.

Мультиплексоры 3, 4 управляются микроприказами из МУУ.

При наличии микроприказов записи информации в регистры Z6 и Z7 из магистрали Σ к их входам подключается шина магистрали Σ . При отсутствии этих мик-

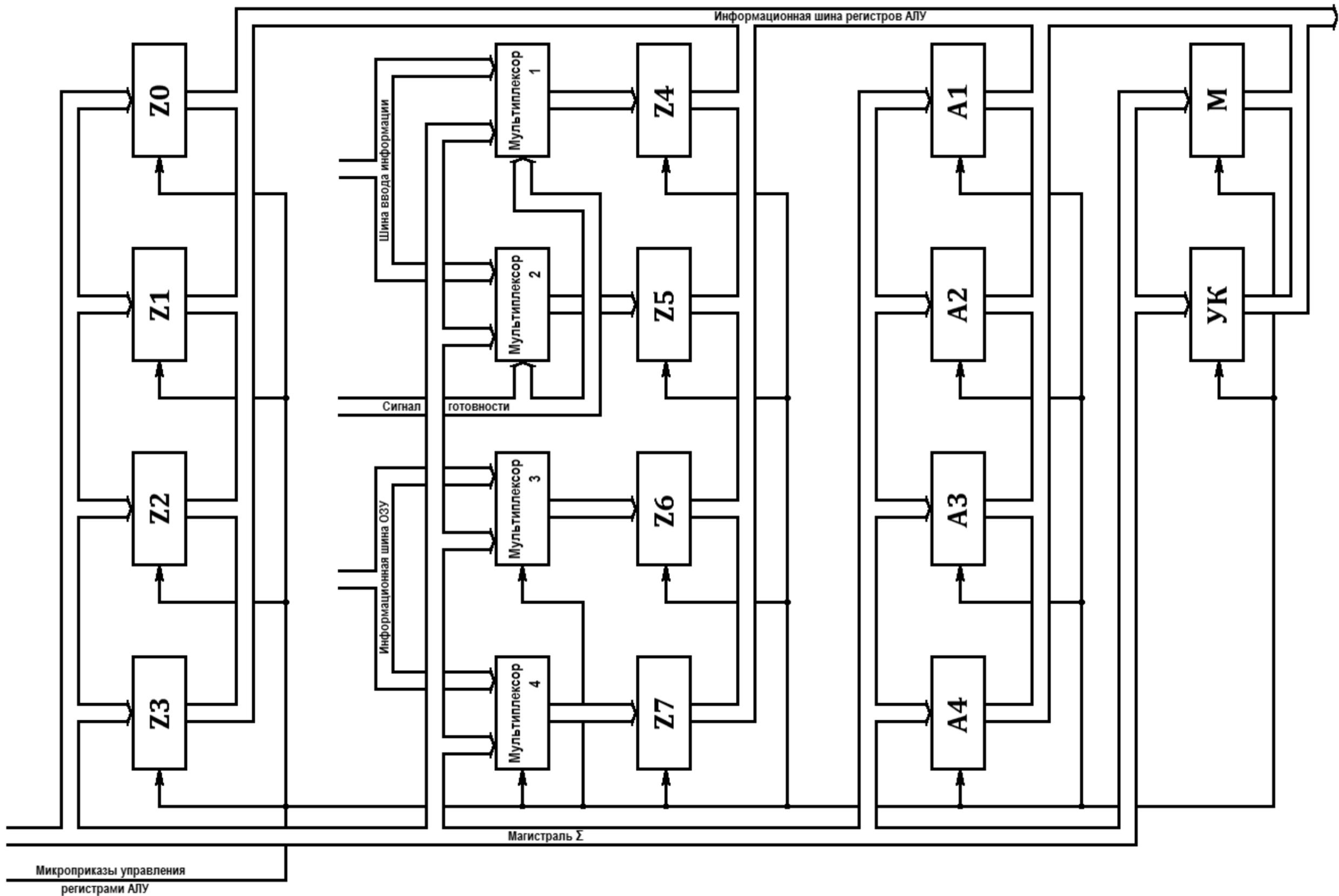


Рис. 6. Структурная схема регистров АЛУ.

роприказов ко входам регистров Z6 и Z7 подключаются выходы буферных регистров ОЗУ.

Запись в регистры Z6 и Z7 осуществляется соответствующими микроприказами с магистрали Σ , АЛУ или микроприказами считывания из ОЗУ. Схема записи информации в регистры Z4, Z5, Z6, Z7 обеспечивает приоритет данных, поступающих с шины ввода при записи в регистры Z4 и Z5 и с магистрали Σ при записи в регистры Z6 и Z7.

В отличие от других регистров, для регистра Z0 предусмотрены микроприказы поразрядного сброса-установки в общего сброса, а также микроприказы записи в два младших разряда признака нулевого результата АЛУ.

6.5. Оперативное запоминающее устройство

6.5.1. ОЗУ ДЗ-28 является памятью с отдельным циклом. В зависимости от варианта исполнения информационная ёмкость ОЗУ может быть 16, 32 или 128 Кбайт.

6.5.2. В основу ОЗУ ёмкостью 16 Кбайт положена микросхема К565РУ1А, являющаяся памятью динамического типа в организации 4096×1 бит. ОЗУ динамического типа требует постоянной (с периодом не более 2 мс) регенерации (восстановления) хранящейся в ней информации. Запоминающая матрица микросхемы К565РУ1А состоит из 64 строк и 64 столбцов, на пересечении которых расположены запоминающие элементы.

При выборке (чтении или записи информации) одного запоминающего элемента матрицы регенерируют все запоминающие элементы, расположенные на одной с ним строке. Поэтому для регенерации всех запоминающих элементов достаточно последовательно произвести выборку запоминающих элементов каждой из 64 строк.

В основу ОЗУ ёмкостью 32 Кбайт положена микросхема К565РУ3А, являющаяся памятью динамического типа с организацией 16384×1 бит. Запоминающая матрица микросхемы К565РУ3А состоит из 128 строк и 128 столбцов. Регенерация информации осуществляется аналогично регенерации информации в микросхеме К565РУ1А.

6.5.3. Машинные такты ДЗ-28 по отношению к ОЗУ можно условно разделить на два типа: такт обращения и такт регенерации

Тактом обращения в дальнейшем тексте будем называть машинный такт, во время которого осуществляется чтение информации из ОЗУ или запись информации в ОЗУ со стороны ДЗ-28.

Тактом регенерации будем называть машинные такты, в которых отсутствуют операции с ОЗУ.

В каждом такте регенерации производится выборка ячейки очередной строки, без записи в буферные ОЗУ, фиксируемой специальным счётчиком. При построении микропрограммного обеспечения этот факт должен учитываться и поэтому в течение 2 мс при выполнении любой микропрограммы должно встречаться более 64 тактов регенерации.

6.5.4. Адрес ячейки ОЗУ формируется в трёх различных вариантах в зависимости от используемого при обращении к ОЗУ микроприказа.

Шесть (для случая ОЗУ ёмкостью 16 Кбайт) и семь (для случая ОЗУ ёмкостью 32 Кбайт) младших разрядов адреса ячейки ОЗУ образуют адрес строки. Шесть или семь следующих разрядов соответственно образуют адрес столбца. Два старших разряда (для ОЗУ 16К) или один старший (для ОЗУ 32К) образуют адрес запоминающей матрицы.

Варианты формирования адреса ячейки ОЗУ, обозначение микроприказов и участвующие в образовании адреса регистры приведены в табл. 7.

Таблица 7

| Мнемоническое обозначение микроприказа | Вариант формирования |
|--|---|
| СС, 3пС | $(const) \cdot (Z3)$ |
| СА1 | $(A1) \cdot (A2) \cdot (Z2) \cdot (Z3)$ |
| СА3 | $(A3) \cdot (A4) \cdot (Z2) \cdot (Z3)$ |

Примечания:

1. Расшифровка мнемонического обозначения микроприказов и их назначение подробно рассмотрено в п. 6.12.

2. При использовании микроприказов СС и 3пС старшие разряды адреса принудительно устанавливаются в единицу.

6.5.5. Структурная схема ОЗУ ёмкостью 16 Кбайт приведена на рис. 7.

Информация из регистров АЛУ поступает на входы мультиплекторов 1, 2 и 3, которые, в зависимости от поступившего микроприказа подключают ко входам регистра адреса ячейки ОЗУ (регистры 1, 2, 3, 4) выходы соответствующих регистров АЛУ, формирующих адрес ячейки ОЗУ. Далее адрес ячейки ОЗУ поступает на входы мультиплекторов 4 и 5 (шесть младших разрядов), на адресные линии ОЗУ (шесть следующих разрядов) и на входы дешифраторов запоминающих матриц (два старших разряда).

В зависимости от типа машинного такта, мультиплекторы 4 и 5 подключают к адресным шинам ОЗУ либо выходы регистра адреса (такт обращения), либо выходы счётчика строк (такт регенерации). Изменение состояния счётчика строк производится в конце каждого такта регенерации. Тип такта распознаётся по сигналу E17 из МУУ. Дешифраторы 1 и 2 производят выбор одной из четырёх запоминающих матриц.

Организация ОЗУ ДЗ-28 предусматривает запись данных тетрадами (четыре двоичных разряда) и чтение байтами (восемь разрядов). Запоминающие матрицы ОЗУ имеют организацию 4096×4 бит. Вследствие этого запись информации производится в одну из матриц, номер которой определяется состоянием двух старших разрядов ячейки ОЗУ. Микроприказы записи включают только один соответствующий им дешифратор. Тем самым оказывается выбранной одна из восьми запоминающих матриц.

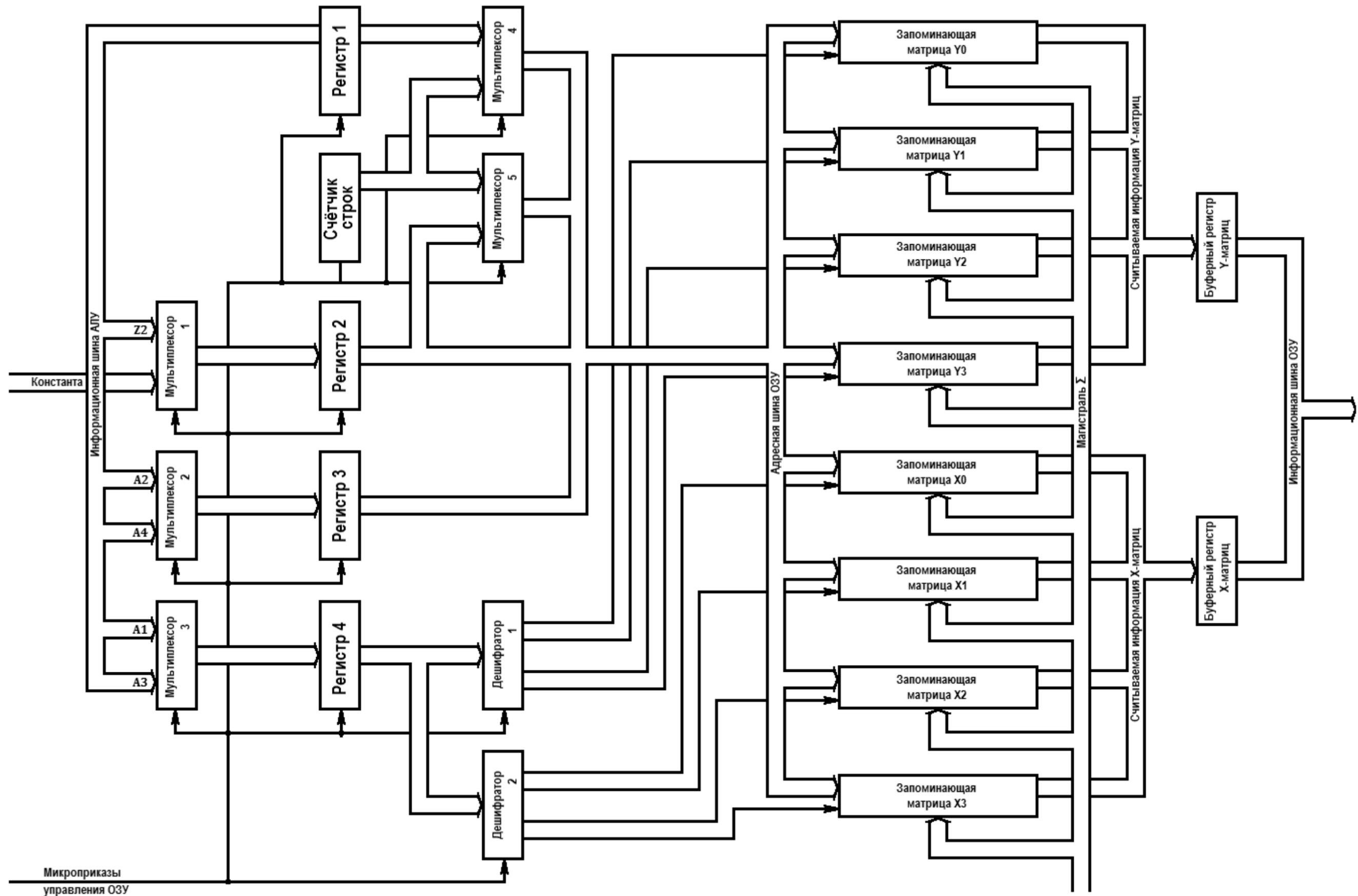


Рис. 7. Структурная схема ОЗУ ёмкостью 16 Кбайт.

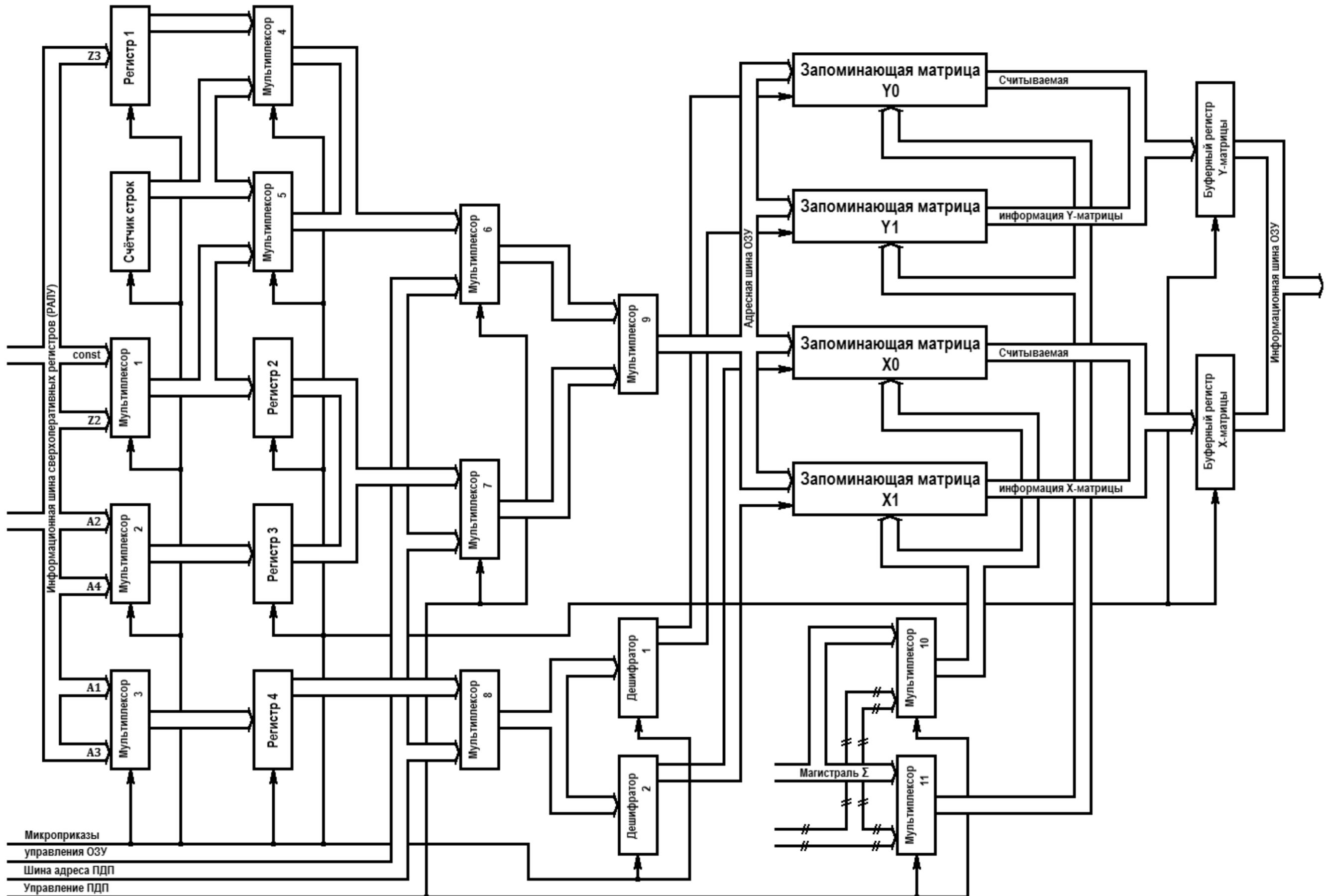


Рис. 8. Структурная схема ОЗУ ёмкостью 32 Кбайт.

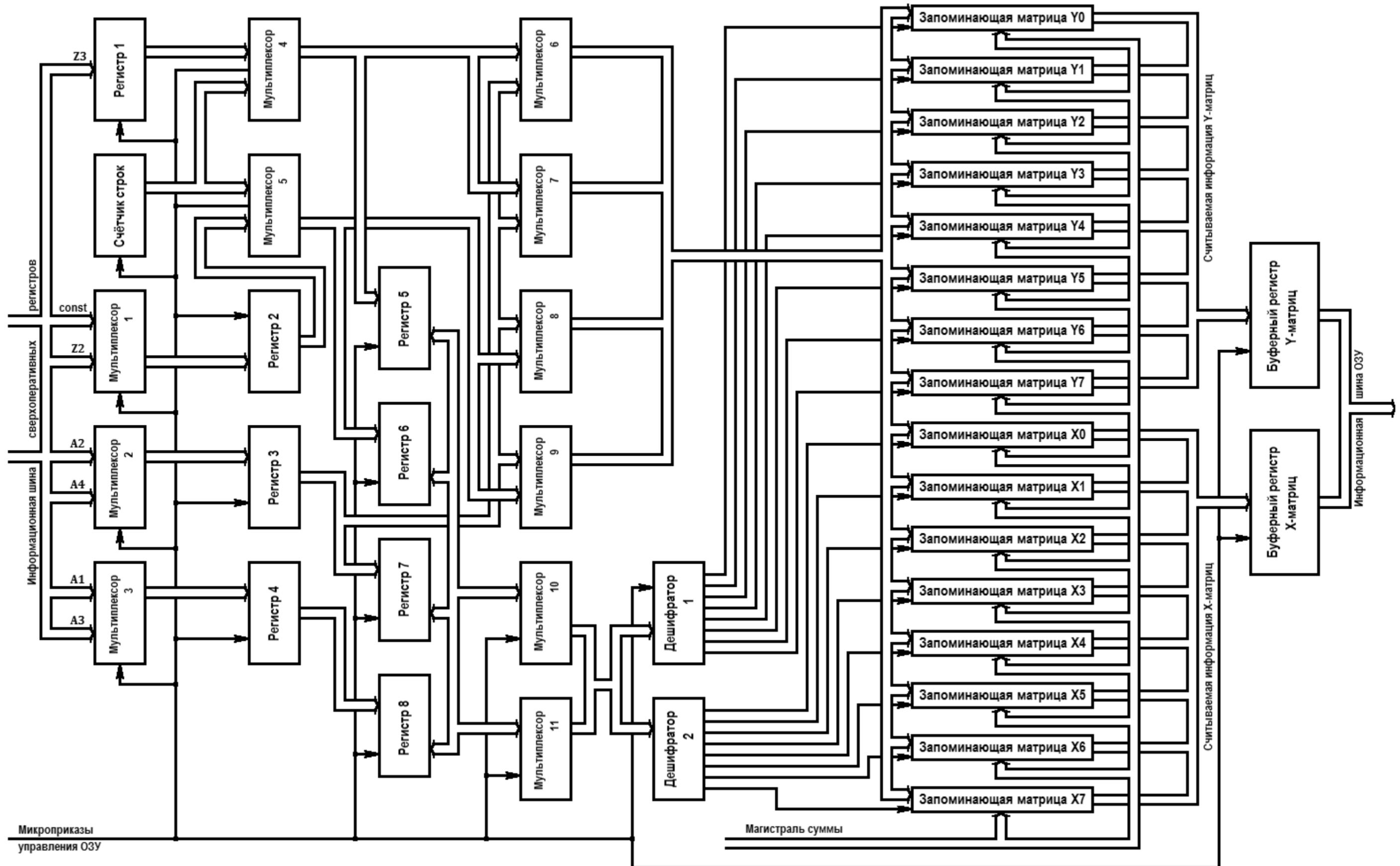


Рис. 9. Структурная схема ОЗУ ёмкостью 128 Кбайт.

Чтение информации производится из двух запоминающих матриц Y и X , номер матрицы определяется состоянием двух старших разрядов адреса ячейки ОЗУ. Это значит, что по микроприказам чтения включены сразу оба дешифратора и, тем самым, оказываются выбранными две запоминающие матрицы.

Считанные из ОЗУ данные поступают в буферные регистры, входы которых подключены к информационной шине ОЗУ.

6.5.6. Структурная схема ОЗУ ёмкостью 32 Кбайт приведена на [рис. 8](#).

Отличия структуры ОЗУ 32 Кбайт от 16 Кбайт вызваны особенностями микросхемы К565РУ3А. Особенностью микросхемы К565РУ3А является наличие общих адресных шин для строк и столбцов. В связи с этим в структуру ОЗУ введён мультиплексор 9, с выхода которого в определённый момент машинного такта на адресные шины ОЗУ поступают адресные линии строк с выхода мультиплексора 6, а затем адресные линии столбцов с выхода мультиплексора 7. На выходы мультиплексора 9, дешифраторов 1 и 2 поступает адрес, задаваемый регистром адреса ОЗУ (регистры 1, 2, 3, 4). С выходов мультиплексоров 10 и 11 на входы запоминающих матриц данные поступают с магистрали Σ . Запоминающая матрица ОЗУ 32 Кбайт имеет организацию 16383×4 бит. В остальном работа ОЗУ 16 Кбайт и 32 Кбайт идентична.

6.5.7. Структурная схема ОЗУ ёмкостью 128 Кбайт приведена на [рис. 9](#).

Увеличение физического объёма ОЗУ с 32 Кбайт до 128 Кбайт осуществлено при сохранении длины математического адреса за счёт виртуализации (преобразования) математического адреса в физический.

Математический объём ОЗУ (т.е. тот объём, к которому может иметь доступ процессор, задавая математический адрес ячейки) 32 Кбайт. Физический объём ОЗУ – 128 Кбайт.

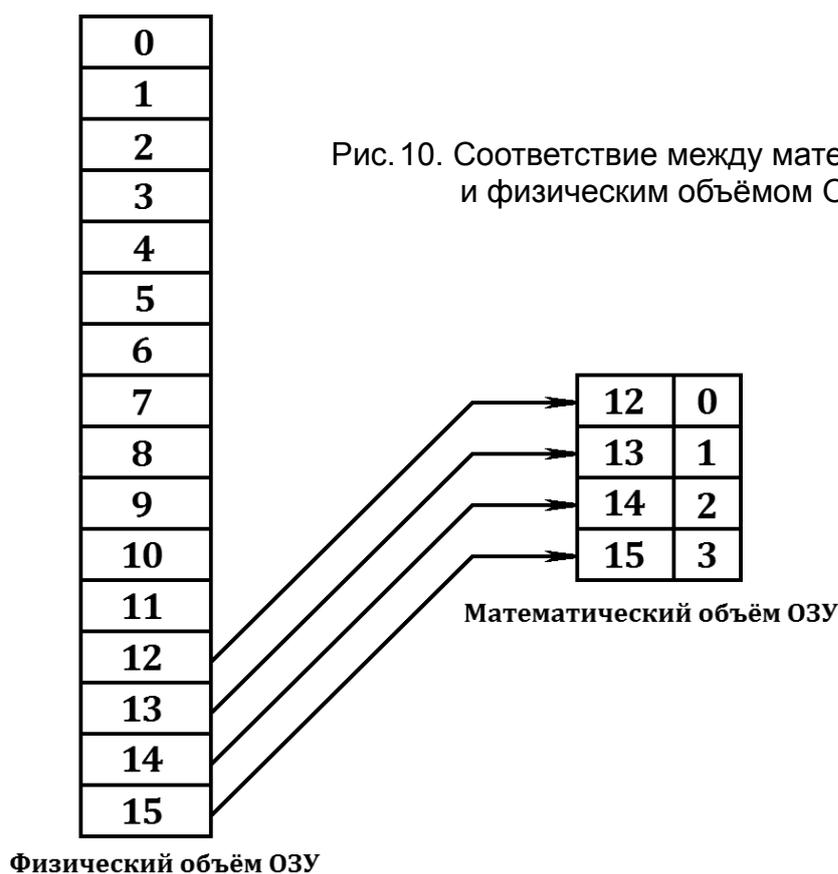
Физический объём ОЗУ разбит на сегменты ёмкостью 8 Кбайт, пронумерованные от 0 до 15.

Математический объём ОЗУ также разбит на сегменты той же ёмкости, пронумерованные от 0 до 3.

Сформированный математический адрес, записанный в регистре адреса ячейки ОЗУ (регистры 1, 2, 3, 4) задаёт адрес ячейки одного из сегментов математического объёма.

Номер сегмента физического объёма, которому поставлен в соответствие сегмент математического объёма, записываются в регистры 5, 6, 7, 8. При этом регистр 5 устанавливает соответствие между 0 сегментом математического объёма и сегментами физического объёма, регистр 6 – между 1 сегментом математического объёма и физическим и т.д.

Таким образом в регистрах 5, 6, 7, 8 хранятся номера сегментов физического объёма, к которым производится обращение при задании математического адреса ячейки из того или другого сегмента математического объёма. Суть соответствия между математическим и физическим объёмами показана на [рис. 9](#).



Из рис. 10 видно, что математический объем памяти представляет собой рабочую зону, к которой имеет доступ процессор, и она может состоять из набора любых 4 сегментов физического объема, которые располагаются внутри неё в любой последовательности.

На рис. 10 показан состав математического объема, устанавливаемый после включения питания ДЗ-28.

Младшие разряды физического и математического адреса, представляющие собой адрес ячейки внутри сегмента, совпадают и не преобразуются.

Старшие разряды математического адреса указывают, к какому сегменту математического объема производится обращение, и управляют мультиплексорами 10, 11, которые подключают к линиям физического адреса выходы соответствующего регистра (5, 6, 7, 8) в котором записан номер сегмента из физического объема ОЗУ. Включение в работу одной из матриц ОЗУ производится дешифраторами, на входы которых через коммутатор поступает номер сегмента физического объема из одного из регистров 5, 6, 7 или 8. Одна запоминающая матрица включает в себя два сегмента. Таким образом производится преобразование математического адреса в физический. В остальном работа блока аналогична работе блока ОЗУ объемом 32 Кбайт.

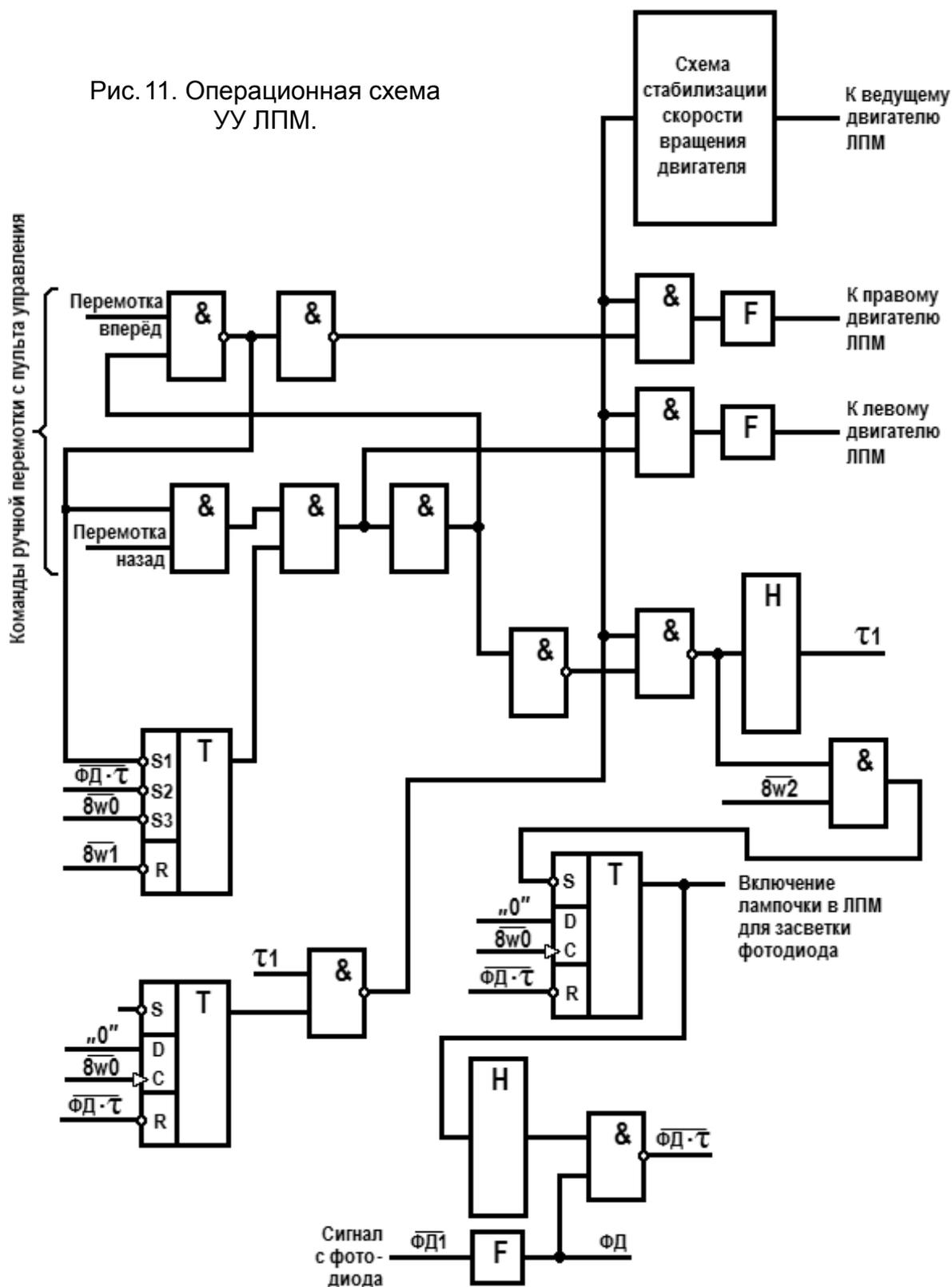
6.6. Накопитель на магнитной ленте

6.6.1. НМЛ ДЗ-28 предназначен для хранения программы и массивов данных на магнитной ленте.

НМЛ состоит из следующих узлов:

а) лентопротяжного механизма (ЛПМ);

Рис. 11. Операционная схема
УУ ЛПМ.



б) устройства управления (УУ);

в) схемы записи-считывания.

6.6.2. ЛПМ выполнен на трёх двигателях.

В качестве носителя информации применяется магнитная лента (МЛ), заправленная в унифицированную магнитофонную кассету типа МК-60 (МК-60.1).

6.6.3. УУ обеспечивает:

а) ручную перемотку МЛ вперёд и назад от клавиш перемотки;

- б) перемотку вперёд и назад по микроприказам МУУ;
 в) рабочий ход МЛ и управление чтением-записью по соответствующим микроприказам.

Операционная схема УУ приведена на [рис. 11](#).

УУ при перемотках предусматривает автоматическую остановку ЛПМ по концу МЛ. Сигналом о конце МЛ является наличие прозрачного ракорда. Датчиком ракорда является фотодиод, освещаемый лампочкой накаливания.

Во время рабочего хода УУ обеспечивает постоянную скорость вращения тонвала ЛПМ.

6.6.4. Операционная схема записи приведена на [рис. 12](#).

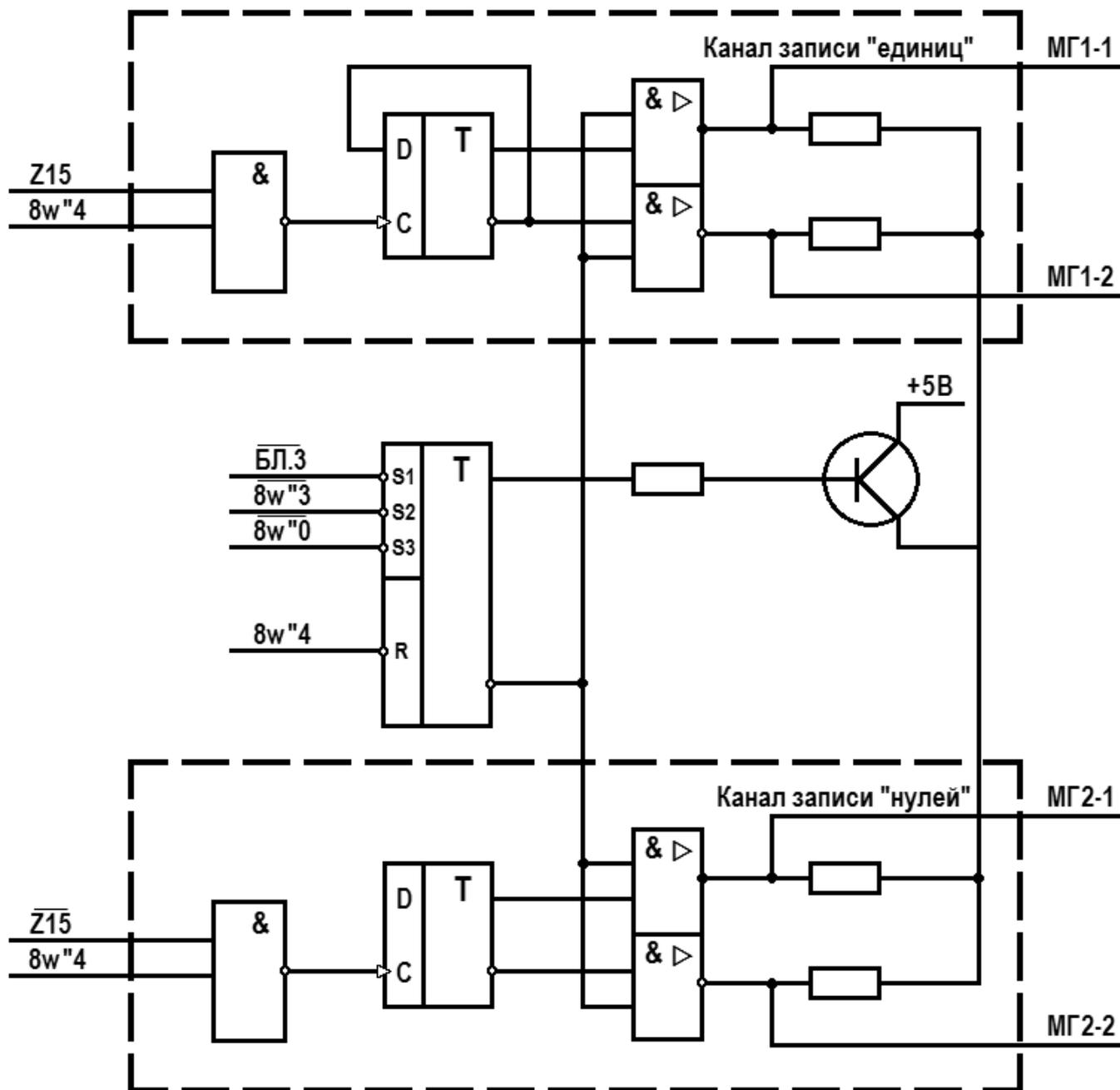


Рис. 12. Операционная схема усилителя записи.

Запись информации на МЛ осуществляется усилителем записи по двум дорожкам: дорожке единиц и дорожке нулей. На входы канала записи поступает информация

ция с младшего разряда регистра Z5 (Z15) в последовательном коде. Выходные сигналы усилителей записи поступают на универсальную четырёхдорожечную магнитную головку. Запись на МЛ по каждой дорожке производится переключением направления тока в соответствующей обмотке магнитной головки.

Временные диаграммы записи информации на МЛ показаны на [рис. 13](#).

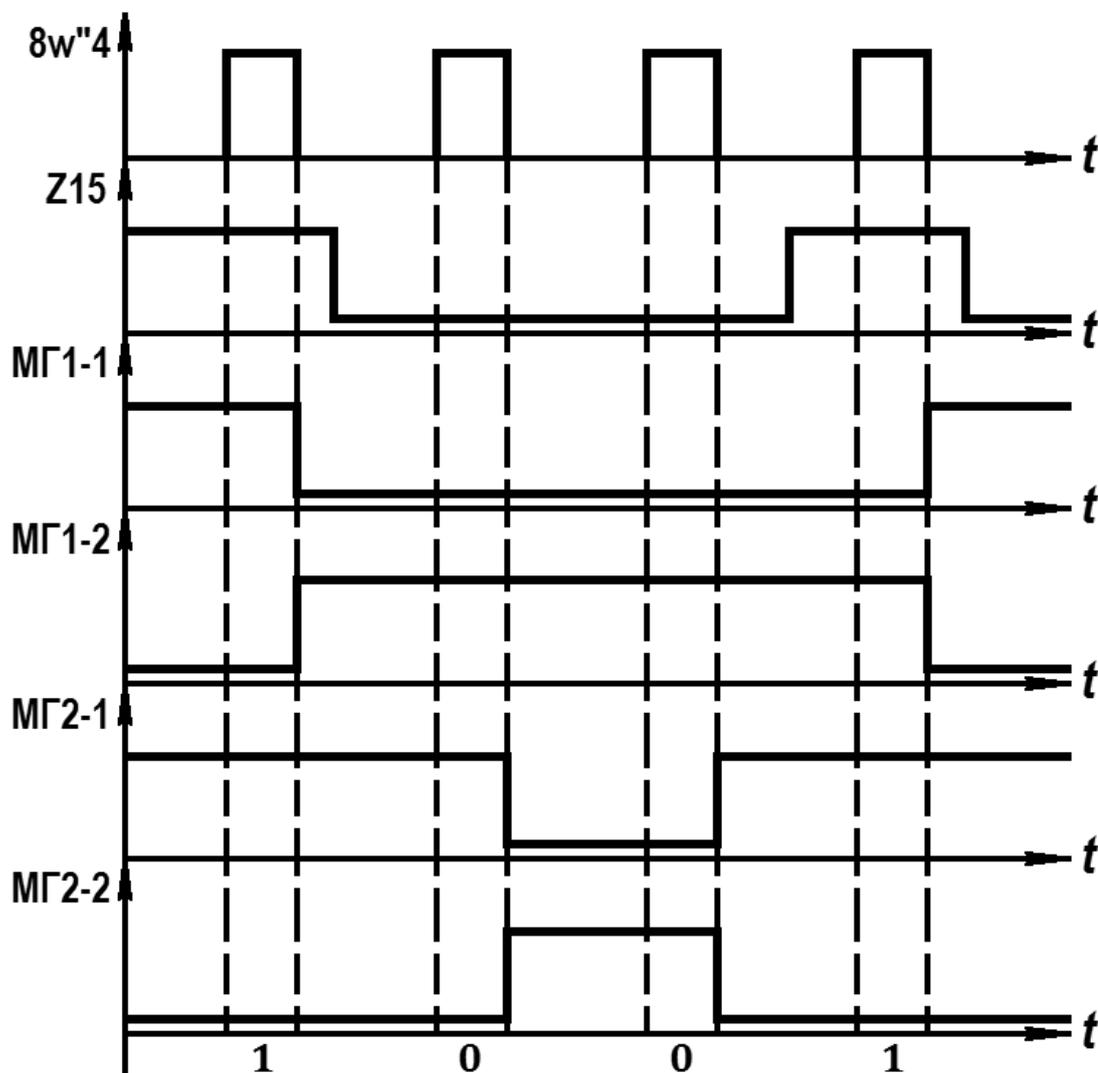


Рис. 13. Временные диаграммы работы усилителя записи.

Преобразование параллельно-последовательного кода, в котором хранятся программы и массивы информации в ОЗУ ДЗ-28, в последовательный, формирование межблочных промежутков и обеспечение необходимой плотности записи на МЛ производится с помощью микропрограммы, записанной в ПЗУ МУУ, или программой пользователя.

6.6.5. Операционная схема чтения для исполнений 15ВМ16-017, 15ВМ32-016, 15ВМ32-020, 15ВМ32-021 приведена на [рис. 14](#), для исполнений 15ВМ128-018, 15ВМ128-019 приведена на [рис. 15](#).

На входы канала чтения поступают разнополярные импульсы, снимаемые с обмоток магнитной головки. Импульсы усиливаются и преобразуются в однополярные прямоугольные импульсы с постоянной длительностью, не зависящей от длительности входных импульсов. Далее эти импульсы включают синхротриггер, который сиг-

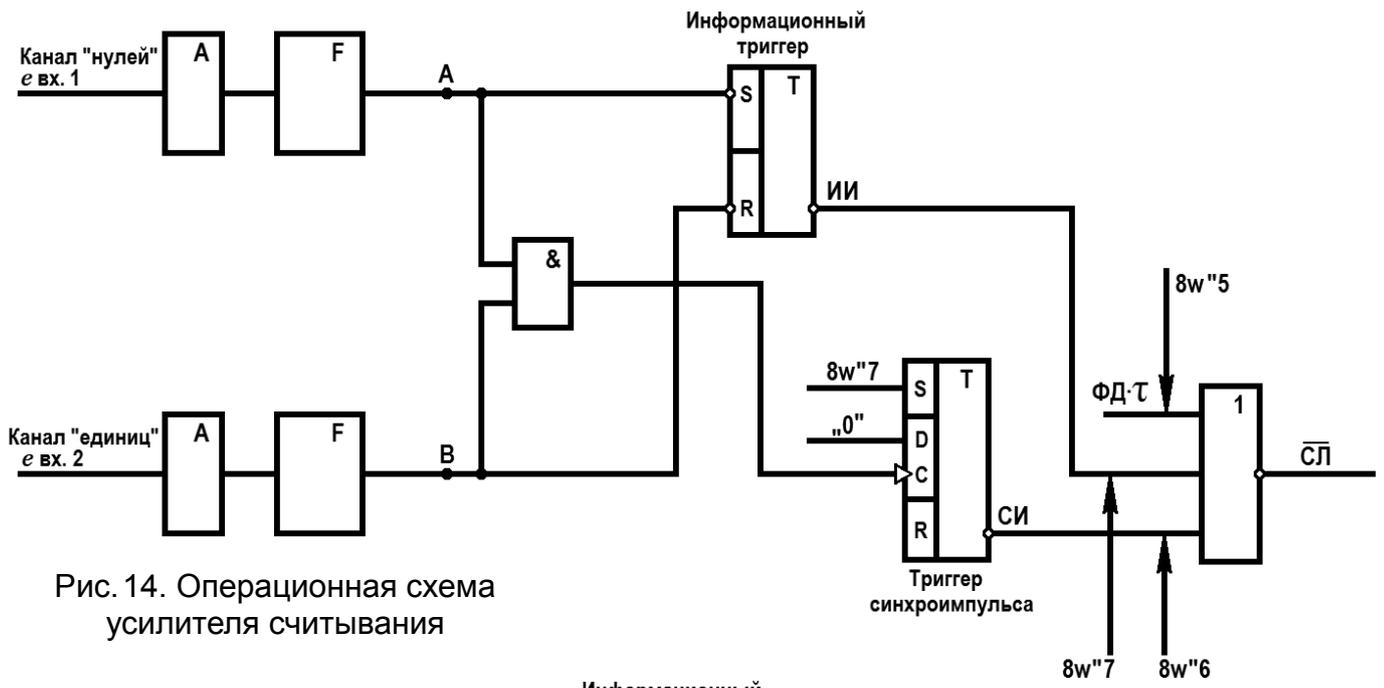


Рис. 14. Операционная схема усилителя считывания

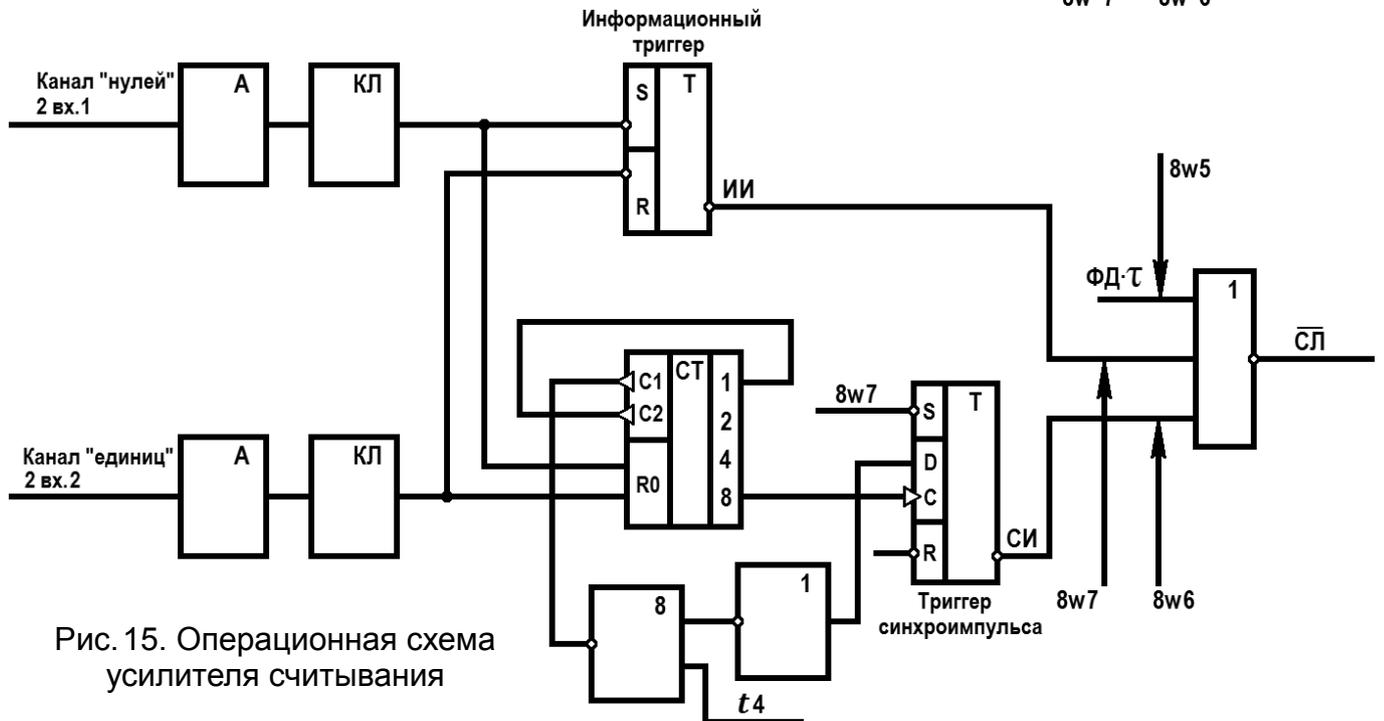


Рис. 15. Операционная схема усилителя считывания

нализирует о наличии информации на МЛ и устанавливает в соответствующее состояние информационный триггер, указывающий на содержание информации (ноль или единица).

Опрос состояния этих триггеров осуществляется с помощью специальных микроприказов.

Временные диаграммы чтения информации с МЛ приведены на [рис. 16](#).

Информация считывается с МЛ в последовательном коде. С помощью микропрограммы чтения или программы пользователя производится преобразование поступившего кода из последовательного в последовательно-параллельный, контроль плотности записи, запись информации в ОЗУ.

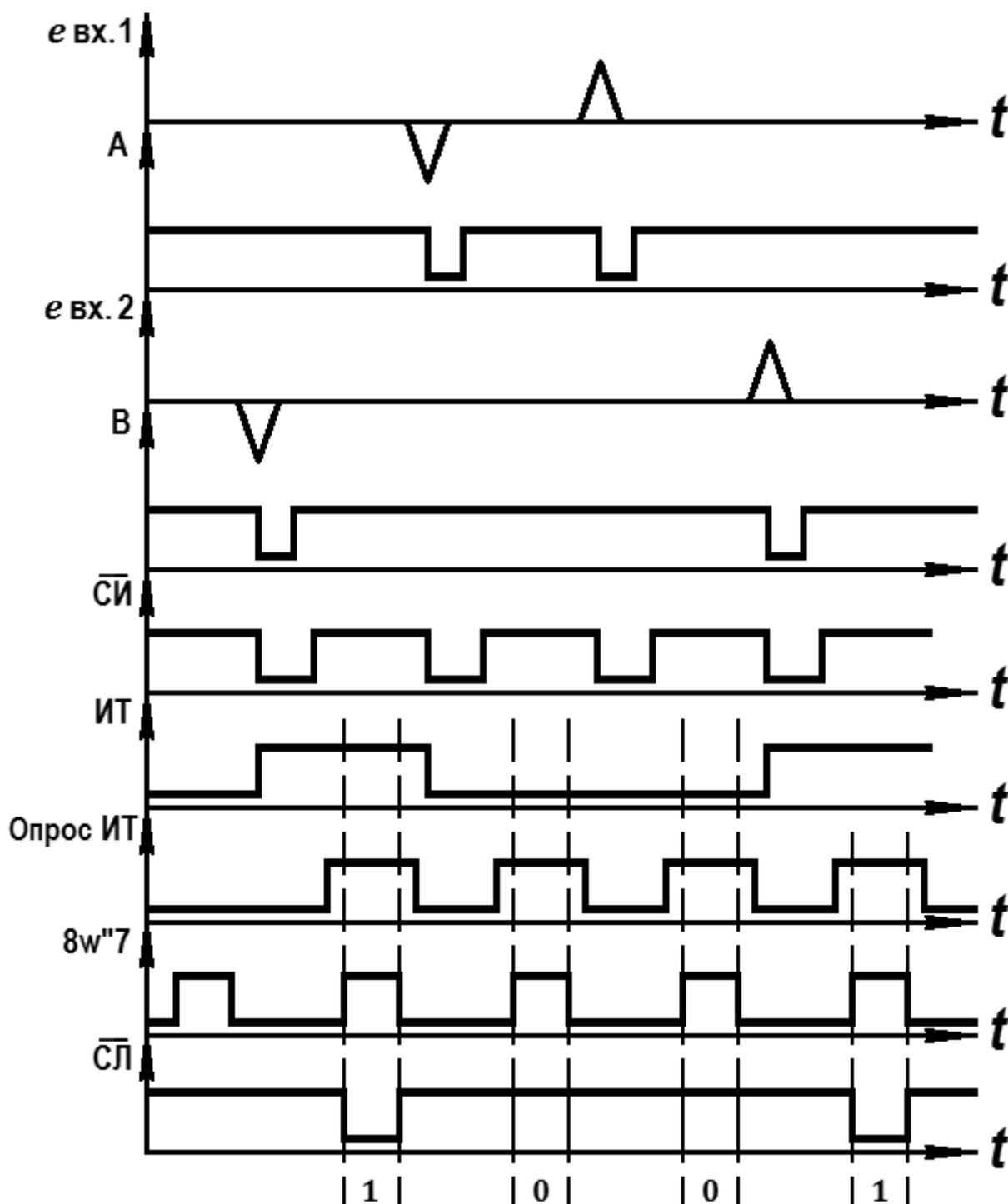


Рис. 16. Временные диаграммы работы усилителя считывания.

6.7. Интерфейс ввода-вывода

6.7.1. В состав аппаратной части интерфейса ввода-вывода входят:

а) шина вывода ВВВ, состоящая из восьми линий ($\overline{Y82}$, $\overline{Y42}$, $\overline{Y22}$, $\overline{Y12}$, $\overline{X82}$, $\overline{X42}$, $\overline{X22}$, $\overline{X12}$);

б) входная шина ВВВД, состоящая из восьми линий ($\overline{ВВВ8}$, $\overline{ВВВ4}$, $\overline{ВВВ2}$, $\overline{ВВВ1}$, $\overline{Вва8}$, $\overline{Вва4}$, $\overline{Вва2}$, $\overline{Вва1}$);

в) шина управления УПР, состоящая из восьми линий ($\overline{Y83}$, $\overline{Y43}$, $\overline{Y23}$, $\overline{Y13}$, $\overline{X83}$, $\overline{X43}$, $\overline{X23}$, $\overline{X13}$).

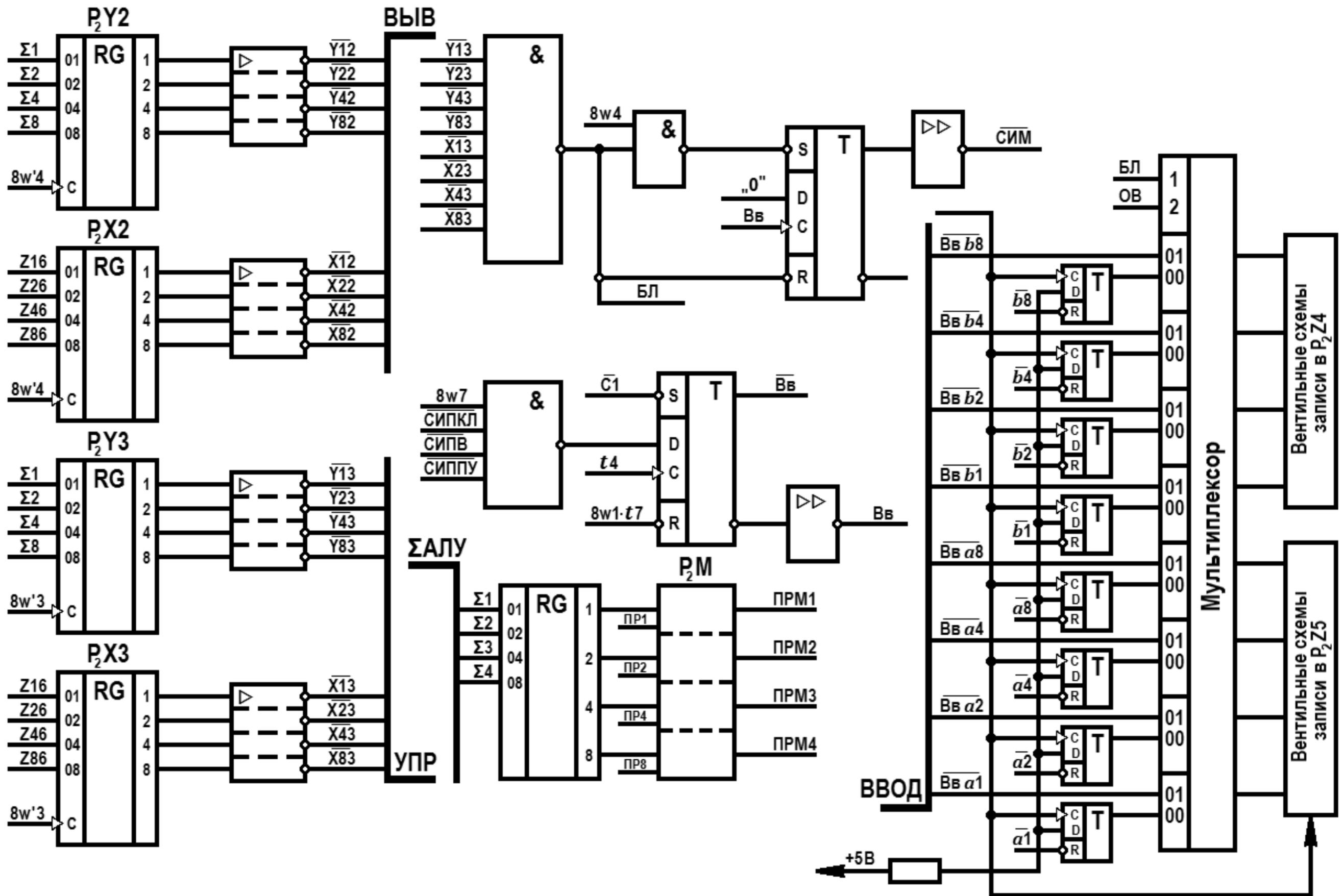


Рис. 17. Структурная схема аппаратной части интерфейса ввода-вывода.

Сигналы синхронизации:

$\overline{СИМ}$ – сопровождение выводимых по шине **ВЫВ** данных;

ВВ – подтверждение готовности;

$\overline{СИП}$ – сопровождение вводимых по шине **ВВОД** данных и подтверждение поступления данных по шине **ВЫВ**;

$\overline{В\text{ ПР. П}}$ – сигнал перевода ДЗ-28 в режим ввода программы по инициативе ПУ;

$\overline{Пр8}$, $\overline{Пр4}$, $\overline{Пр2}$, $\overline{Пр1}$ – сигналы требования прерывания.

Структурная схема аппаратной части интерфейса ввода-вывода приведена на [рис. 17](#).

Микропрограммная часть интерфейса ввода-вывода описана в [разделе 7 «Микропрограммное обеспечение. Основные алгоритмы»](#).

6.7.2. Выходные сигналы регистров через передатчики поступают в линии интерфейса ввода-вывода.

Вывод данных из устройства ДЗ-28 сопровождается сигналом $\overline{СИМ}$. В основе формирования $\overline{СИМ}$ лежит **Д**-триггер, который микроприказом вывода данных устанавливается в нулевое состояние. По окончании цикла взаимодействия ДЗ-28 с ПУ сигналом **Вв** триггер возвращается в исходное состояние.

Сигнал $\overline{СИМ}$ через передатчик поступает в линию интерфейса ввода-вывода. Формирование $\overline{СИМ}$ блокируется сигналом блокировки (**БЛ** = 0), что соответствует нулевому состоянию шины **УПР** (работе со встроенной клавиатурой).

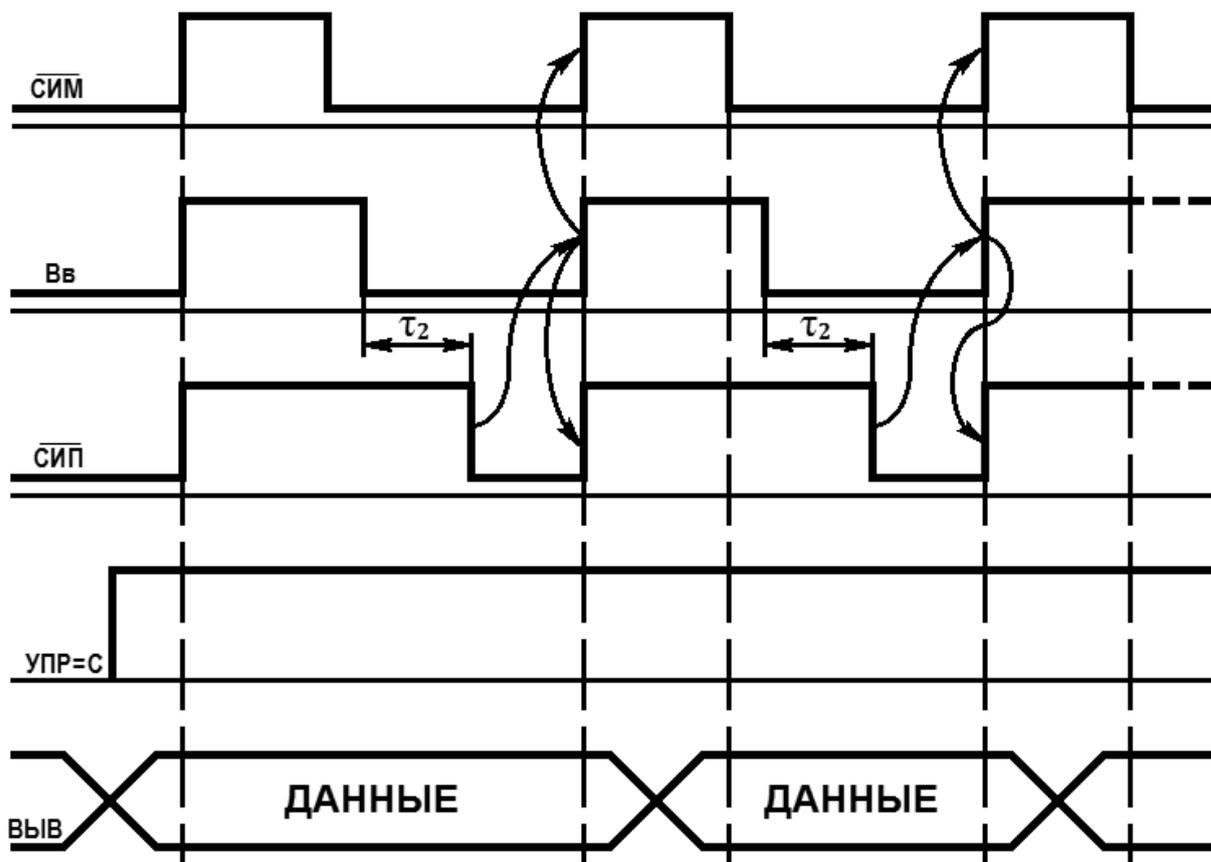
Синхронизация взаимодействия ДЗ-28 при обмене информацией с ПУ, клавиатурой осуществляется с помощью сигнала шины управления **Вв**.

Если **Вв** = 0, ДЗ-28 находится в состоянии ожидания ответа (сигнала $\overline{СИП}$) от ПУ или клавиатуры.

После поступления сигнала $\overline{СИП}$ (это означает, что ДЗ-28 приняла информацию и приступила к её обработке или перешла к подготовке новой информации к передаче ПУ), сигнал **Вв** устанавливается в единичное состояние. Сигнал **Вв** может также быть установлен в любое состояние с помощью микроприказов.

Обычный порядок функционирования интерфейса ввода-вывода при *выводе* информации по шине **ВЫВ** следующий (см. также [подраздел 7.8](#)):

- а) на шине **УПР** устанавливается задаваемая командой вывода комбинация;
- б) на шине **ВЫВ** устанавливается байт информации;
- в) ДЗ-28 устанавливает сигнал $\overline{СИМ}$ в нулевое состояние;
- г) ДЗ-28 устанавливает сигнал **Вв** в нулевое состояние
- д) ДЗ-28 переходит в режим ожидания сигнала $\overline{СИП}$, которым ПУ сигнализирует о том, что информация принята и ПУ готово к приёму следующего байта информации по шине **ВЫВ**;
- е) по приходу сигнала $\overline{СИП}$ или по окончании времени ожидания его для некоторых команд (см. [п. 7.8](#)) ДЗ-28 устанавливает сигналы **Вв** и $\overline{СИМ}$ в единичное состояние;
- ж) в ответ на установку сигнала **Вв** ПУ должно снять сигнал $\overline{СИП}$.



Примечание: τ_2 – время обработки информации ПУ

Рис. 18. Временные диаграммы вывода информации по шине ВВВ.

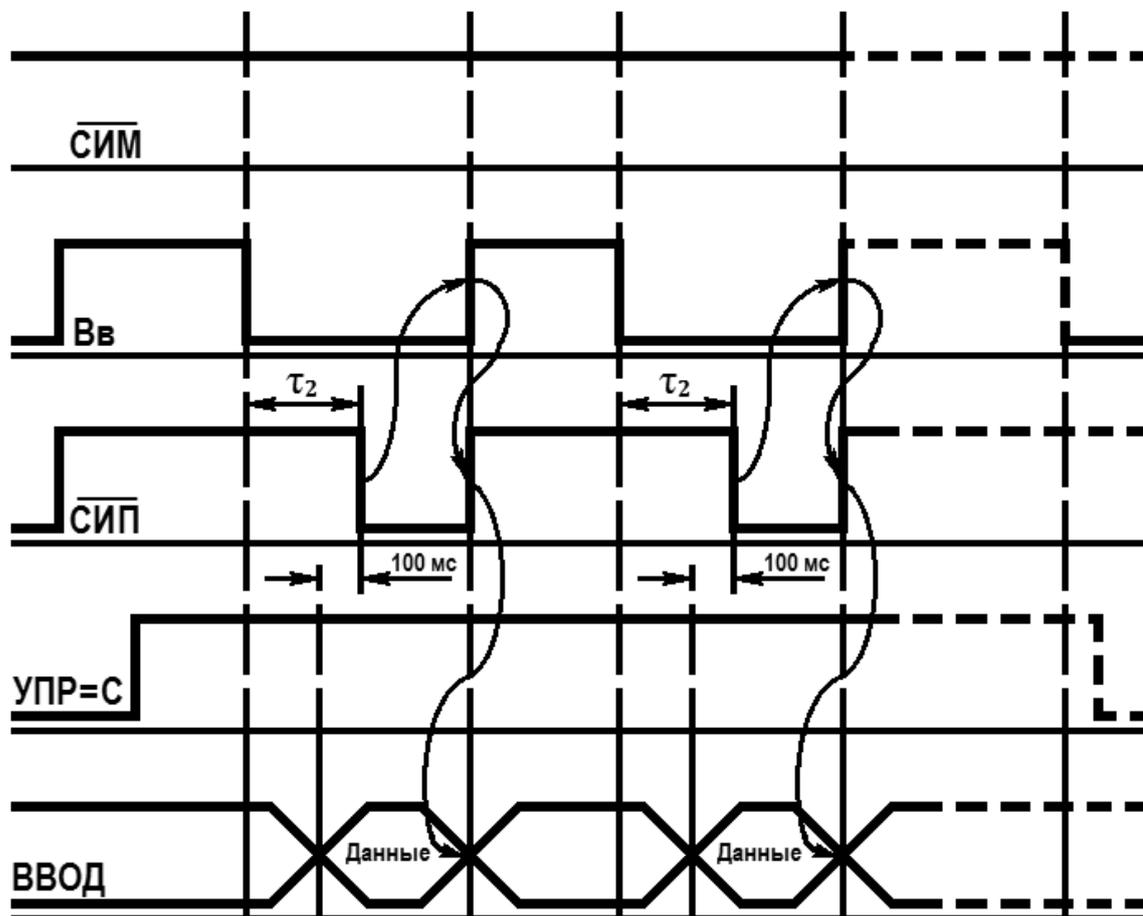


Рис. 19. Временные диаграммы вывода информации с шины ВВОД.

Временные диаграммы вывода информации по шине **ВЫВ** показаны на **рис. 18**.

Порядок функционирования интерфейса ввода-вывода при *вводе* информации в ДЗ-28 по шине **ВВОД** следующий:

а) на шине **УПР** устанавливается комбинация, задаваемая командой ввода;

б) ДЗ-28 устанавливает сигнал **Вв** в нулевое состояние;

в) ДЗ-28 переходит в режим ожидания $\overline{\text{СИП}}$;

г) ПУ помещает на шине **ВВОД** байт данных и устанавливает сигнал $\overline{\text{СИП}}$ в нулевое состояние;

д) по приходу сигнала $\overline{\text{СИП}}$ или по окончании времени ожидания его для некоторых команд (см. **п. 7.8**) ДЗ-28 принимает данные шины **ВВОД** и устанавливает сигнал **Вв**;

е) в ответ на установку сигнала **Вв** ПУ должно снять сигнал $\overline{\text{СИП}}$.

Временные диаграммы ввода информации с шины **ВВОД** показаны на **рис. 19**.

6.8. Встроенные контроллеры пишущей машины, фотосчитывателя и перфоратора для исполнений 15ВМ16-017, 15РМ128-019, 15ВМ32-021

6.8.1. Встроенные контроллеры обеспечивают связь между интерфейсом ввода-вывода и электрифицированной пишущей машиной «Консул 260.1», фотосчитывающим устройством «FS1501-в/р», перфоратором ПЛ 150П-А. При этом встроенные контроллеры преобразуют систему сигналов, поступающих в интерфейс ввода-вывода в совокупность сигналов, отвечающую специфике работы пишущей машины, фотосчитывателя, перфоратора. Функции контроллера пишущей машины сводятся:

а) в режиме, при котором пишущая машина работает независимо от ДЗ-28 (кнопка **ТЛ2** не зафиксирована), – к приёму кода нажатой клавиши от комбинатора ПМ и подаче напряжения на электромагнит, соответствующий поступившему коду;

б) в режиме, при котором осуществляется ввод данных с клавиатуры ПМ, – к приёму кода нажатой клавиш от комбинатора ПМ и подаче напряжения на электромагнит, соответствующий поступившему коду. Кроме того, поступивший код приводятся в соответствие с ГОСТ 13052-74 в зависимости от положения регистрающего механизма ПМ и производится передача в шину **ВВОД** ДЗ-28;

в) в режиме, при котором осуществляется вывод данных из ДЗ-28 на печать, – к приёму кода с шины **ВЫВ** и подаче напряжения на электромагнит, соответствующий поступившему коду.

Управление фотосчитывателем сводится к подаче сигнала **СТАРТ** для включения транспорта ленты, приёму информационных сигналов, передаче их в шину **ВВОД** ДЗ-28, формированию сигнала **СТОП** для выключения транспорта ленты.

Функции контроллера перфоратора сводятся к подаче кода, поступившего с шины **ВЫВ**, на информационные входы перфоратора, формированию сигнала **СТАРТ**, по которому осуществляется перфорация, а затем транспорт перфоленты; приёму сигнала **ГОТОВ** от перфоратора, что означает окончание процесса вывода данных на перфоленту.

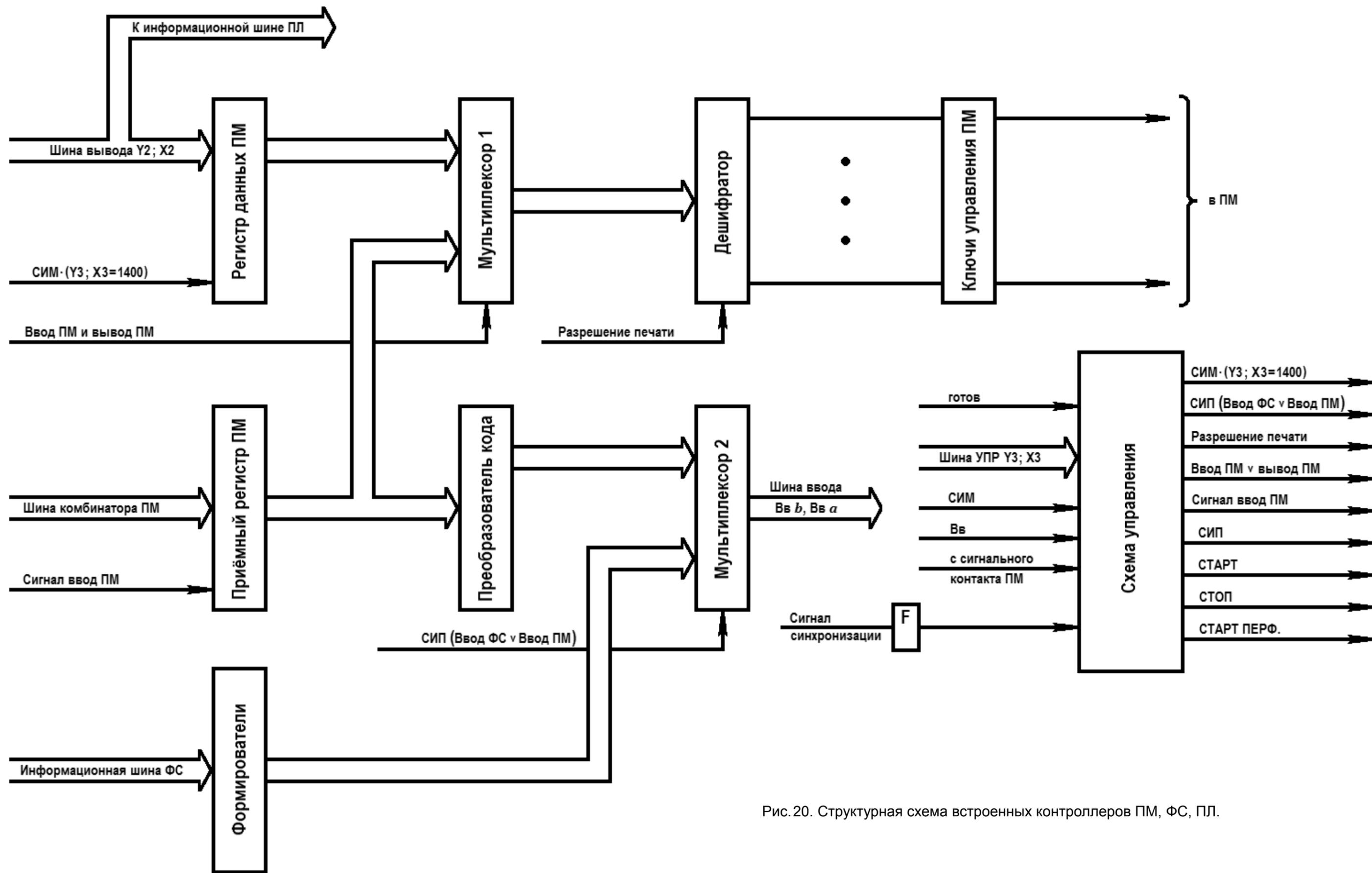


Рис. 20. Структурная схема встроенных контроллеров ПМ, ФС, ПЛ.

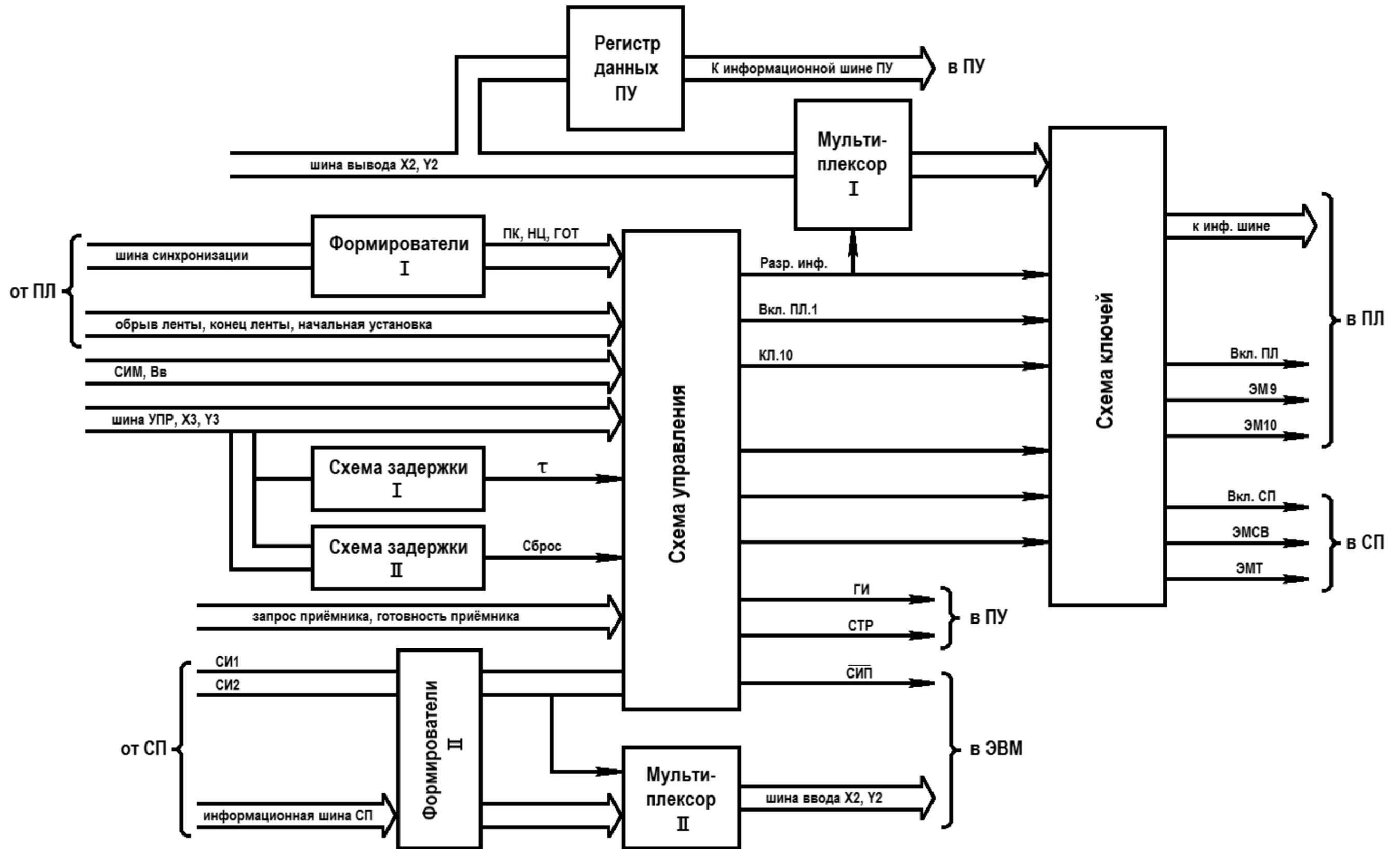


Рис.21. Структурная схема встроенных контроллеров ПУ, СП, ПЛ.

6.8.2. Структурная схема встроенных контроллеров приведена на [рис. 20](#).

Выводимая на печать информация поступает в регистр данных ПМ. Запись в регистр данных ПМ производится по сигналу, формируемому схемой управления при наличии на линиях [УПР](#) комбинации 1400 и по поступлении сигнала [СИМ](#). С выходов регистра данных ПМ информация поступает на входы мультиплексора 1, который по сигналу [Вывод ПМ](#) от схемы управления подключает к входам дешифратора информацию регистра данных ПМ.

В зависимости от поступившей информации дешифратор подключает нужные ключи, что приводит к срабатыванию определённого электромагнита.

Дешифратор включает ключи только на время, определяемое сигналом разрешения печати (≈ 40 мс), вырабатываемым схемой управления.

Вводимая с клавиатуры ПМ информация поступает с шин комбинатора ПМ в приёмный регистр ПМ и записывается в него по сигналу [Ввод ПМ](#). Сигнал [Ввод ПМ](#) формируется схемой управления при поступлении сигнала от сигнального контакта ПМ. Далее информация поступает на входы мультиплексора 1 и преобразователя кода. Мультиплексор 1 подключает информацию приёмного регистра ПМ ко входам дешифратора по сигналу [Ввод ПМ](#), формируемому схемой управления. Тем самым осуществляется печать.

С комбинатора ПМ поступают коды символов, соответствующие нижнему регистру ПМ независимо от текущего положения регистравого механизма. Преобразователь кода приводит поступающие с комбинатора коды в соответствие с положением регистравого устройства. С выхода преобразователя кода с помощью мультиплексора 2 вводимая информация поступает на шины ввода. В этом случае схема управления формирует сигнал СИП [Ввод ПМ](#) для управления мультиплексором 2.

Ввод информации с перфоленты начинается с формирования сигнала [СТАРТ](#) после поступления на линии [УПР](#) адреса ФС (1200).

В результате транспорта ленты на информационные шины ФС поступает информация с перфоленты. Сигналы информационных шин ФС с помощью формирователей приводятся к нужному уровню и поступают через мультиплексор 2 в шины ввода [Ввb](#) и [Вва](#), с которых и осуществляется ввод информации в ДЗ-28.

После снятия с линий [УПР](#) адреса ФС схема управления формирует сигнал [СТОП](#).

Вывод информации на перфоленту начинается с формирования сигнала [СТАРТ ПЕРФ](#) при наличии сигнала [ГОТОВ](#), адреса ПЛ на линиях [УПР](#) (1500) и [СИМ](#).

Информация выводится на перфоратор непосредственно с линии [ВЫВ](#) ДЗ-28.

6.9. Встроенные контроллеры печатающего устройства, фотосчитывателя и перфоратора для исполнений 15BM32-018, 15BM32-020

6.9.1. Встроенные контроллеры исполнений ДЗ-28, 15BM32-018 и 15BM32-020 обеспечивают связь между интерфейсом ввода-вывода и считывателем с перфоленты СП-3, перфоратором ПЛ-150 и одним из печатающих устройств:

– алфавитно-цифровым печатающим устройством последовательного действия DARO 1156;

– термопечатающим устройством 15ВВП80-002.

Встроенные контроллеры преобразуют систему сигналов, поступающих в интерфейс ввода-вывода, в совокупность сигналов, отвечающих специфике работы печатающих устройств, фотосчитывателя и перфоратора.

Контроллер печатающего устройства обеспечивает режим вывода информации из ДЗ-28 на печать. Его функции сводятся к подаче кода, поступившего с шины ВВВ, на информационные входы печатающего устройства и синхронизации передачи данных.

Контроллер считывателя с перфоленты обеспечивает дистанционное включение считывателя, запуск стартового и тормозного электромагнитов, приём информационных сигналов и выключение считывателя.

Контроллер перфоратора обеспечивает дистанционное включение, транспортировку ленты, пробивку кода, поступившего с шины ВВВ и выключение перфоратора.

6.9.2. Структурная схема встроенных контроллеров приведена на рис. 21.

При поступлении на линии шины УПР адреса печатающего устройства (ПУ) (УЗ, ХЗ = 1400) схема управления формирует сигнал ГОТОВНОСТЬ ИСТОЧНИКА (ГИ).

Выводимая на печать информация записывается в регистр данных ПУ (РД) и поступает на информационные входы ПУ. На установленный контроллером сигнал ГИ печатающее устройство отвечает сигналом ЗАПРОС ПРИЁМНИКА (ЗП). По сигналу ЗП схема управления контроллера ПУ формирует стробирующий импульс СТР, подтверждающий истинность информации на информационных входах ПУ, и синхроимпульс СИП. Дальнейший вывод на печать осуществляется в жёстком режиме «запрос-ответ» с помощью сигналов ЗП и СТР в соответствии с ОСТ 25.778-77.

Ввод информации с перфоленты начинается с формирования сигнала включения Вкл. СП после поступления на линии УПР адреса считывателя с перфоленты (СП) УЗ, ХЗ = 1200. Сигнал Вкл. СП через схему ключей осуществляет включение двигателя СП. Одновременно формируется импульс задержки $\tau = 2$ с. По окончании задержки включается электромагнит СТАРТ ВПЕРЁД (ЭМСВ) и начинается движение ленты. При этом на линии информационной шины СП поступает код, зафиксированный в очередной строке перфоленты. С помощью формирователей сигналы, поступившие в шину данных СП, приводятся к уровню TTL-микросхем. После стробирования синхроимпульсом СП СИ1, который формируется при засвечивании синхродорожки перфоленты, информационные сигналы поступают на линии Ввв, Вва шины ввода в ДЗ-28. По синхроимпульсу СП СИ2 формируется сигнал включения электромагнита тормоза ЭМТ, и лента останавливается.

После снятия с линии УПР адреса СП срабатывает схема задержки, формирующая через 4 с сигнал СБРОС, по которому происходит выключение двигателя СП.

Вывод информации на перфоленту начинается с формирования сигнала включения перфоратора (ПЛ) **Вкл. ПЛ** при наличии адреса ПЛ на линиях **УПР** (**УЗ, ХЗ = 1500**) и **СИМ**. При включенном двигателе от перфоратора поступают импульсы синхронизации **ПРИЁМ КОДА** (**ПК**), **ГОТОВНОСТЬ** (**ГОТ**) и **НАЧАЛО ЦИКЛА** (**НЦ**), по которым схемой управления формируются сигналы на пробивку кода (**Разр. инф.**), транспортировку ленты (**КЛ10**) и **СИП**. Информационные сигналы с выхода мультиплексора 1 через схему ключей поступают на информационные входы ПЛ.

Через 4 с после снятия с линии **УПР** адреса ПЛ по сигналу **СБРОС** происходит выключение двигателя перфоратора.

6.10. Клавиатура

6.10.1. Перечень и назначение клавиш клавиатуры ДЗ-28, а также режимы работы ДЗ-28, задаваемые клавиатурой, приведены в разделе 5 «Порядок работы» инструкции по эксплуатации И5М3.857.100 ИЭ.

Клавиши режима задают режимы работы аппаратуры (т.е. микропрограммы).

Опрос режима производится микроприказом. Информация о режиме поступает на магистраль АЛУ и далее в РАЛУ.

Нажатие на клавиши непрограммируемых команд приводит к принудительной установке соответствующего начального адреса микропрограммы в регистре адреса микрокоманды согласно **табл. 8**.

Таблица 8

| Клавиша непрограммируемых команд | Адрес микрокоманды в восьмеричной системе счисления |
|-------------------------------------|--|
| С | 0000 |
| КП | 0001 |
| НШ | 0002 |
| ЗЛ | 0003 |
| НМ | 0010 |
| ШН | 0011 |
| ПШ | 0012 |
| ИШ | 0013 |

Клавиши программируемых команд (символьные и прямого кодирования) кодируются с помощью шифратора в соответствующие им коды ДЗ-28, которые временно запоминаются в регистрах **Z4** и **Z5**.

6.11. Устройство индикации

6.11.1. Индикация ДЗ-28 служит для визуального отображения информации, считываемой из ОЗУ в буферные регистры **Y**- и **X**-матриц. Индикация построена на основе газоразрядных цифровых индикаторов. Индикация содержимого буферных регистров **Y**- и **X**-матриц осуществляется на верхней и нижней индикаторных панелях соответственно.

Режим работы индикаторных панелей динамический, т.е. разряды индикаторного табло высвечиваются последовательно. Разряды табло выбираются в зависимости от состояния четырёх младших разрядов адреса ячейки ОЗУ.

Устройство индикации обеспечивает дешифровку поступающей информации, распределение её по разрядам и управление работой сегментов индикаторных панелей.

Структурная схема устройства индикации показана на [рис. 22](#).



Рис. 22. Структурная схема блока индикации.

6.12. Система микроприказов

6.12.1. Поле микроопераций в зависимости от функционального назначения можно представить в виде 11 групп микроприказов, каждой из которых соответствуют определённые разряды слова микрокоманды.

Условное обозначение микроприказов XwY , где X – номер группы; Y – порядковый номер микроприказа в данной группе.

Соответствие разрядов слова микрокоманды группам микроприказов показано в [табл. 9](#).

Разряды поля адреса микрокоманды и поля условного перехода функционально разбиты на две группы, условно обозначаемые $ПYa$ и $ПXa$, где a – вес двоичных разрядов.

Соответствие между сигналами $ПYa$ и $ПXa$ и разрядами полей адреса микрокоманды и поля условного перехода показано в [табл. 10](#).

Условия перехода и соответствующие им состояния разрядов $E38-E40$ и $E41-E43$ приведены в [табл. 11](#).

Таблица 9

| Разряды поля микроопераций | Обозначение группы микроприказов | Назначение микроприказов |
|----------------------------|----------------------------------|---|
| E13, E1–E3 | 1w | Устанавливают операнды для подключения к магистрали α АЛУ и регистры, принимающие результат вычисления из магистрали Σ АЛУ. |
| E15, E4–E6 | 2w | Устанавливают операнды для подключения к магистрали β АЛУ. |
| E7–E9 | 3w | Устанавливают регистры, принимающие результат вычислений из магистрали Σ АЛУ. |
| E10–E12 | 4w | Указывают операцию, выполняемую АЛУ в данном машинном такте. |
| E16 | 7w | Указывают систему счисления, в которой выполняются операции АЛУ (десятичная или двоичная). |
| E17–E20 | 8w | Управляют работой НМЛ, ОЗУ, а также предназначены для выработки специализированных управляющих микроприказов. |
| E21–E24 | 9w | Служат для задания констант при выполнении вычислений. |
| E25–E28 | 10w | Предназначены для выработки специализированных управляющих микроприказов. |
| E14 | 11w | Определяют вид данных, подаваемых на вход АЛУ (в виде дополнения или без изменений). |

Таблица 10

| Разряды поля базового адреса и поля условных переходов | Сигналы ПУа и ПХа | Назначения |
|--|--|--|
| E44 E29 E30 E31 E32 E33 E34 E35 E36 E37 | ПУ32 ПУ16 ПУ8 ПУ4 ПУ2 ПУ1 ПХ32 ПХ16 ПХ8 ПХ4 | Указывают старшие разряды адреса управляющего слова (базовые адрес микрокоманды) |
| E38 E39 E40 | ПХ2 | Указывают первую группу условий перехода |
| E41 E42 E43 | ПХ1 | Указывают вторую группу условий перехода |

Таблица 11

| Состояние разрядов E38–E40 | Условие перехода | Состояние разрядов E41–E43 | Условие перехода |
|----------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| 000 | безусловный переход | 000 | безусловный переход |
| 001 | безусловный переход | 001 | безусловный переход |
| 010 | Z20 | 010 | Z10 |
| 011 | Z80 | 011 | Z40 |
| 100 | ОП | 100 | $\Sigma 0$ |
| 101 | P2 | 101 | P4 |
| 110 | Вв | 110 | P3 |
| 111 | УП2 | 111 | УП1 |

Примечания:

1. Сигналы **Z10**, **Z20**, **Z40**, **Z80** являются разрядами регистра с соответствующими весами.
 2. Сигнал **0** устанавливается при наличии нулевого результата на выходе АЛУ (магистрали Σ).
 3. Сигнал **ОП** характеризует состояние триггера «Ошибка программы».
 4. Сигналы **P3**, **P4** характеризуют состояние триггеров, запоминающих перенос в старший разряд.
 5. Сигнал **P2** является сигналом переполнения при выполнении операции в АЛУ.
 6. Сигнал **Вв** характеризует готовность ДЗ-28 к приёму данных от клавиатуры или ПУ.
 7. **УП1** и **УП2** – сигналы прерывания, формируемые пишущей машиной.
- Разряды адреса микрокоманды устанавливаются в 0 при состоянии 000 в группе или при невыполнении условия перехода. Разряды адреса микрокоманды устанавливаются в 1 при состоянии 001 в группе или при выполнении условия перехода.

6.12.2. Основная группа микроприказов приведена в [табл. 12](#).

Первые восемь микроприказов группы **8w** имеют разное назначение в зависимости от состояния микроприказа **10w1**.

Таблица 12

| Обозначение микроприказа | Мнемоника | Обозначение микроприказа | Мнемоника | Обозначение микроприказа | Мнемоника |
|--------------------------|----------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------|
| 10w1 · 8w0 | ОТК НМЛ | 10w1 · 8w0 | ПУС | 8w8 | СС |
| 10w1 · 8w1 | ПЕР Н/В | 10w1 · 8w1 | Вв:=0 | 8w9 | СА1 |
| 10w1 · 8w2 | ВКЛ ОСВ | 10w1 · 8w2 | ОПР СКЛ | 8w10 | СА3 |
| 10w1 · 8w3 | ВКЛ Х/Э | 10w1 · 8w3 | УПР:= | 8w11 | ЗпСу |
| 10w1 · 8w4 | Ур ЗП:= | 10w1 · 8w4 | ВыВ:= | 8w12 | ЗпСх |
| 10w1 · 8w5 | ОПР Р/П | 10w1 · 8w5 | ОМ:=Σ1 | 8w13 | ЗпУ |
| 10w1 · 8w6 | ОПР СИ | 10w1 · 8w6 | Ш1:=0 | 8w14 | ЗпХ |
| 10w1 · 8w7 | ОПР ИИ | 10w1 · 8w7 | Вв:=1 | | |

Микроприказ **ОТК НМЛ** служит для останова двигателей, отключения лампочки датчика ракорда и электромагнита, прижимающего магнитную голову НМЛ к поверхности магнитной ленты.

Микроприказ **ПЕР Н/В** позволяет осуществить перемотку МЛ назад при нулевом состоянии разряда **Z15** (младший разряд регистра **Z5**) и перемотку вперёд при единичном состоянии разряда **Z15**.

Микроприказ **ВКЛ ОСВ** включает лампочку засветки ракорда.

Микроприказ **ВКЛ Х/Э** выключает режим записи и включает двигатель на рабочий ход при нулевом состоянии разряда **Z15**.

При единичном состоянии разряда **Z15** этот же микроприказ включает электромагнит.

По микроприказу $Ур\ 3П:=$ производится изменение уровня записи по дорожке нулей при нулевом состоянии разряда $Z15$ и изменении уровня записи по дорожке единиц при единичном состоянии разряда $Z15$.

Микроприказы $ОПР\ Р/П$, $ОПР\ СИ$, $ОПР\ ИИ$ позволяют установить наличие: ра-корда, режима перемотки МЛ, информации на МЛ и определить содержание информации на МЛ. Наличие соответствует единичному состоянию разряда $Z15$.

Содержание информации на МЛ соответствует состоянию разряда $Z15$.

Микроприказ $ПУС$ указывает на отсутствие действующих микроприказов данной группы.

Микроприказ $Вв:=0$ позволяет подготовить устройство к приёму данных от клавиатуры или ПУ.

Микроприказ $ОПР\ СКЛ$ служит для опроса фиксации служебной клавиши $ТЛ1$ на пишущей машине. При фиксации (нажатии) клавиши $Z15:=0$; если клавиша не зафиксирована, $Z15:=1$.

По микроприказам $УПР:=$ и $ВыВ:=$ на шины $УПР$ или $ВыВ$ соответственно посылается содержимое магистрали Σ и регистра АЛУ $Z6$.

Микроприказ $ОМ:=\Sigma 1$ управляет триггером «Ошибка машины» (ОМ). По этому микроприказу триггер ОМ принимает значение младшего разряда магистрали Σ .

Микроприказ $Ш1:=0$ очищает триггер пошагового режима работы ДЗ-28. Этот триггер устанавливается нажатием клавиши $Ш$ на клавиатуре ДЗ-28.

Микроприказ $Вв:=1$ устанавливает сигнал $Вв$ с единицу.

По микроприказам $СС$, $СА1$, $СА3$ производится чтение информации из ОЗУ. Отличие микроприказов заключается в различии задания адреса ячейки ОЗУ (см. п. 6.5).

По микроприказам $3пСу$, $3пСх$, $3пУ$, $3пХ$ происходит запись информации в ОЗУ.

По микроприказам $3пСу$ и $3пСх$ адрес ячейки ОЗУ задаётся так же, как по микроприказу $СС$.

По микроприказам $3пУ$ и $3пХ$ изменение регистра адреса ОЗУ не производится.

6.12.3. Микроприказы группы распределения выходной информации АЛУ приведены в табл. 13.

Таблица 13

| Обозначение микроприказа | Мнемоника | Обозначение микроприказа | Мнемоника |
|--------------------------|-----------|--------------------------|-----------|
| $3w0$ | $Z0:=$ | $3w7$ | $Z7:=$ |
| $3w1$ | $Z1:=$ | $1w3$ | $M:=$ |
| $3w2$ | $Z2:=$ | $1w4$ | $A1:=$ |
| $3w3$ | $Z3:=$ | $1w5$ | $A2:=$ |
| $3w4$ | $Z4:=$ | $1w6$ | $A3:=$ |
| $3w5$ | $Z5:=$ | $1w7$ | $A4:=$ |
| $3w6$ | $Z6:=$ | $8w15$ | $УК:=$ |

Микроприказы этой группы служат для записи информации из магистрали Σ АЛУ в регистр, указанный в графе «Мнемоника» табл. 13.

6.12.4. Микроприказы группы распределения входной информации магистралей α и β приведены в табл. 14.

Таблица 14

| Обозначение микроприказа | Операция | Обозначение микроприказа | Операция |
|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------|
| 1w0 | $\alpha:=0$ | 2w0 | $\beta:=0$ |
| 1w1 | $\alpha:=УК$ | 2w1 | $\beta:=const$ |
| 1w2 | $\alpha:=ПР\wedge M$ | 2w2 | $\beta:=PЖ$ |
| 1w3 | $\alpha:=0$ | 2w3 | $\beta:=M$ |
| 1w4 | $\alpha:=0$ | 2w4 | $\beta:=A1$ |
| 1w5 | $\alpha:=0$ | 2w5 | $\beta:=A2$ |
| 1w6 | $\alpha:=0$ | 2w6 | $\beta:=A3$ |
| 1w7 | $\alpha:=0$ | 2w7 | $\beta:=A4$ |
| 1w8 | $\alpha:=Z0$ | 2w8 | $\beta:=Z0$ |
| 1w9 | $\alpha:=Z1$ | 2w9 | $\beta:=Z1$ |
| 1w10 | $\alpha:=Z2$ | 2w10 | $\beta:=Z2$ |
| 1w11 | $\alpha:=Z3$ | 2w11 | $\beta:=Z3$ |
| 1w12 | $\alpha:=Z4$ | 2w12 | $\beta:=Z4$ |
| 1w13 | $\alpha:=Z5$ | 2w13 | $\beta:=Z5$ |
| 1w14 | $\alpha:=Z6$ | 2w14 | $\beta:=Z6$ |
| 1w15 | $\alpha:=Z7$ | 2w15 | $\beta:=Z7$ |

Микроприказы, указанные в табл. 14, подключают ко входу магистралей α и β выходы регистров, приведённых в графе «Операция», а также позволяют подать: в магистраль α сигналы внешних прерываний (микроприказ $\alpha:=ПР\wedge M$); в магистраль β константу ($\beta:=const$), сигналы о режимах работы ($\beta:=PЖ$) и нулевую информацию.

По микроприказу $\beta:=PЖ$ на магистраль β подаётся информация о состоянии триггеров Ш1, ВЛР, ППР и сигнал P:

$$P = \begin{cases} OM & \text{при } > 7w0 \cdot 11w0 \\ 1 & \text{при } > 7w1 \cdot 11w1 \\ f_{\tau} & \text{при } > 7w1 \cdot 11w0 \\ \text{КОН ПДП} & \text{при } > 7w0 \cdot 11w1 \end{cases}$$

Микроприказы группы операций приведены в табл. 15.

Таблица 15

| Обозначение микроприказа | Мнемоника | Обозначение микроприказа | Мнемоника |
|--------------------------|---|--------------------------|--|
| 4w0 | $\langle \alpha \rangle + \langle \beta \rangle$ | 4w4 | $\langle \alpha \rangle + \langle \beta \rangle; P3:=P2$ |
| 4w1 | $\langle \alpha \rangle + \langle \beta \rangle + 1$ | 4w5 | $\langle \alpha \rangle \wedge \langle \beta \rangle$ |
| 4w2 | $\langle \alpha \rangle + \langle \beta \rangle; P3:=P2$ | 4w6 | $\langle \alpha \rangle \neq \langle \beta \rangle$ |
| 4w3 | $\langle \alpha \rangle + \langle \beta \rangle + P3; P3:=P2$ | 4w7 | $P3(\langle \alpha \rangle + \langle \beta \rangle); P3:=\Sigma 1$ |

Микроприказы группы операций определяют алгоритм работы АЛУ. Назначение микроприказов следующее:

- $\langle \alpha \rangle + \langle \beta \rangle$ – сложение чисел;
 $\langle \alpha \rangle + \langle \beta \rangle + 1$ – сложение чисел с добавлением 1;
 $\langle \alpha \rangle + \langle \beta \rangle; P3:=P2$ – сложение чисел с запоминанием переноса;
 $\langle \alpha \rangle + \langle \beta \rangle + P3; P3:=P2$ – сложение чисел с добавлением значения триггера и запоминанием переноса;
 $\langle \alpha \rangle + \langle \beta \rangle + 1; P3:=P2$ – сложение чисел с добавлением 1 и с запоминанием переноса;
 $\langle \alpha \rangle \wedge \langle \beta \rangle$ – поразрядная конъюнкция двух чисел;
 $\langle \alpha \rangle \neq \langle \beta \rangle$ – поразрядное отрицание эквивалентности;
 $P3(\langle \alpha \rangle + \langle \beta \rangle); P3:=\Sigma 1$ – сдвиг тетрады вправо. В старший разряд записывается значение сигнала P3, младший разряд тетрады заносится в триггер P3.

6.12.5. Микроприказы дополнительной группы операций приведены в табл. 16.

Таблица 16

| Обозначение микроприказа | Мнемоника | Обозначение микроприказа | Мнемоника |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------|
| 10w0 | ПУС | 10w8 | Z10:=1 |
| 10w2 | | 10w9 | Z20:=1 |
| 10w3 | УС ПЕР по Σ | 10w10 | Z40:=1 |
| 10w4 | Z10:= $\overline{\Sigma 0}$ | 10w11 | Z80:=1 |
| 10w5 | Z20:= $\Sigma 0$ | 10w12 | Z10:=0 |
| 10w6 | ОП:=1 | 10w13 | Z20:=0 |
| 10w7 | P4:=P2 | 10w14 | Z40:=0 |
| Z0:=0 | | 10w15 | Z80:=0 |

Назначение микроприказов, приведённых в табл. 16, следующее:

- ПУС – отсутствие действующих микроприказов данной группы;
 Z0:=0 – очистка регистров Z0;
 УС ПЕР по Σ – условный переход по значению магистрали Σ ;
 Z10:= $\overline{\Sigma 0}$ – разряд с весом 1 регистра Z0 принимает значение 0 при нулевом результате вычисления АЛУ и 1 в противном случае;
 Z20:= $\Sigma 0$ – разряд с весом 2 регистра Z0 принимает значение 1 при нулевом результате вычисления АЛУ и 0 в противном случае;
 ОП:=1 – установка триггера ошибка программы;
 P4:=P2 – запоминание переноса P2 на триггере P4.

Остальные микроприказы группы предназначены для отдельной установки разрядов регистра Z0.

6.13. Временные диаграммы

6.13.1. В зависимости от исполнения в ДЗ-28 используются четыре типа временных диаграмм работы, учитывающие объём ОЗУ и длительность машинного такта:

- а) для исполнения ДЗ-28 с объёмом ОЗУ 16 Кбайт и длительностью машинного такта 2 мкс;
- б) для исполнения ДЗ-28 с объёмом ОЗУ 16 Кбайт и длительностью машинного такта 1 мкс;
- в) для исполнения ДЗ-28 с объёмом ОЗУ 32 Кбайт и длительностью машинного такта 2 мкс;
- г) для исполнения ДЗ-28 с объёмом ОЗУ 32 Кбайт и длительностью машинного такта 1 мкс.

Временные диаграммы для исполнений ДЗ-28 приведены на [рис. 23-25](#).

6.13.2. В ДЗ-28 предусмотрено формирование следующих основных тактовых сигналов:

- а) чтение из ПЗУ ($t_{ПЗУ}$);
- б) записи микрокоманды в регистр микрокоманды (Строб ПЗУ);
- в) установка адреса микрокоманды (УА ПЗУ);
- г) установка адреса ОЗУ (УА ОЗУ);
- д) запись (wE) при записи информации в ОЗУ;
- е) запись информации из ОЗУ в буферные регистры Y1 и X1 (Строб ОЗУ);
- ж) выполнение микроприказов групп $3w, 8w, 10w$.

Кроме того, для исполнений с объёмом ОЗУ 16 Кбайт предусмотрено формирование сигнала считывания $t_{ОЗУ}$.

Для исполнения с объёмом 32 Кбайт предусмотрено формирование сигналов;

- а) мультиплексирования адреса (А столб);
- б) выбора адреса строки (t_{RAS});
- в) выбора адреса столбца (t_{CAS}).

Для формирования указанных тактовых сигналов машинный такт разбит на микротакты. Количество микротактов в машинном такте в зависимости от исполнений ДЗ-28 приведено в [табл. 17](#).

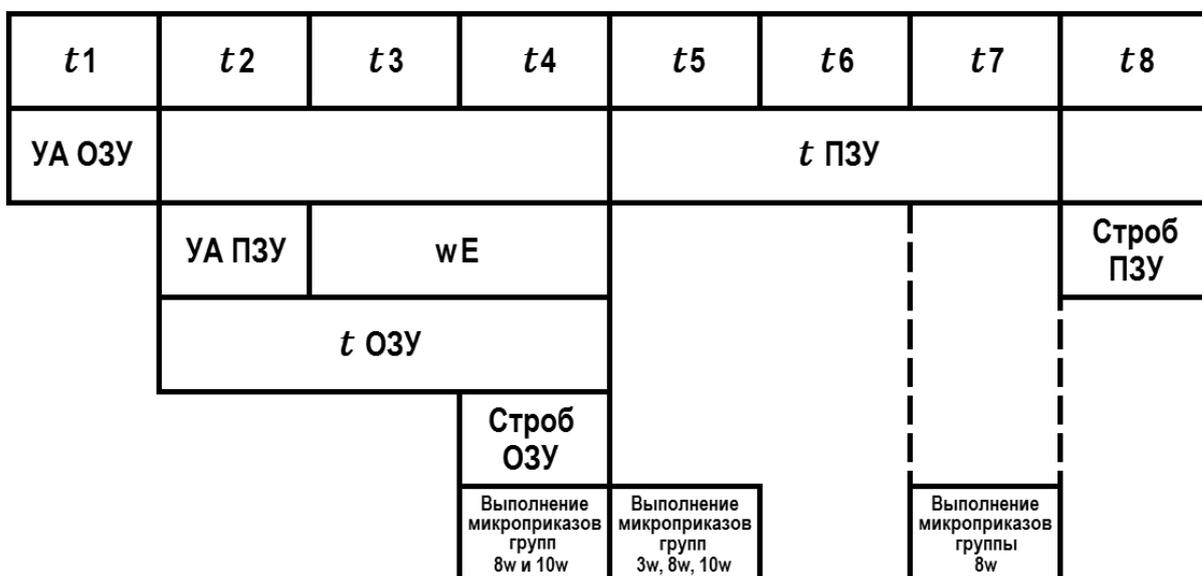


Рис. 23. Временная диаграмма для исполнения ДЗ-28 с объёмом ОЗУ 16 Кбайт и длительностью машинного такта 2 мкс.

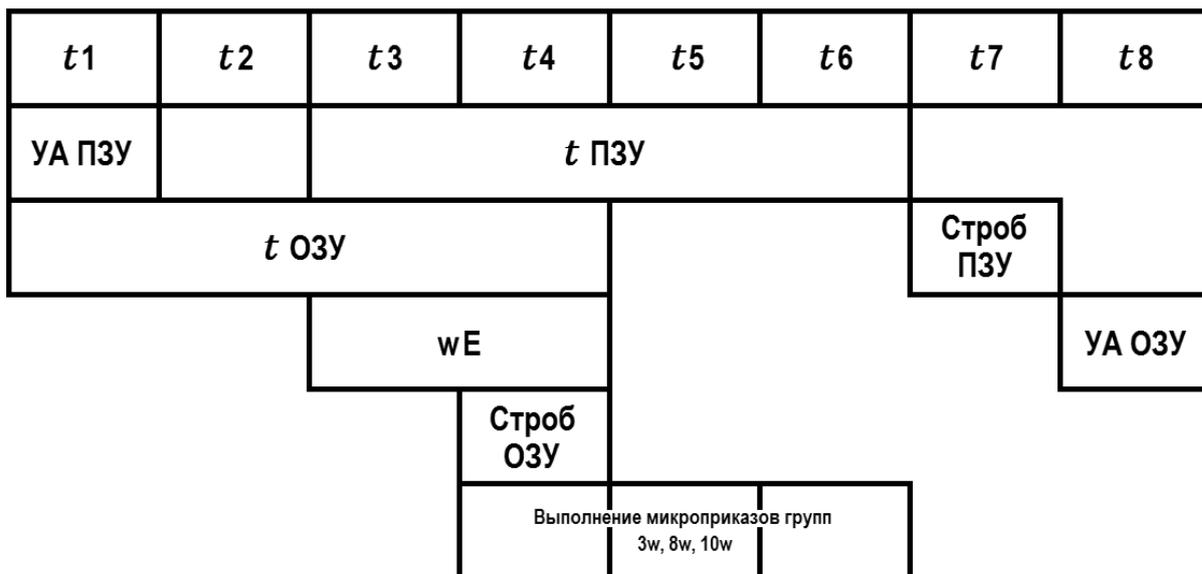


Рис. 24. Временная диаграмма для исполнения ДЗ-28 с объёмом ОЗУ 16 Кбайт и длительностью машинного такта 1 мкс.

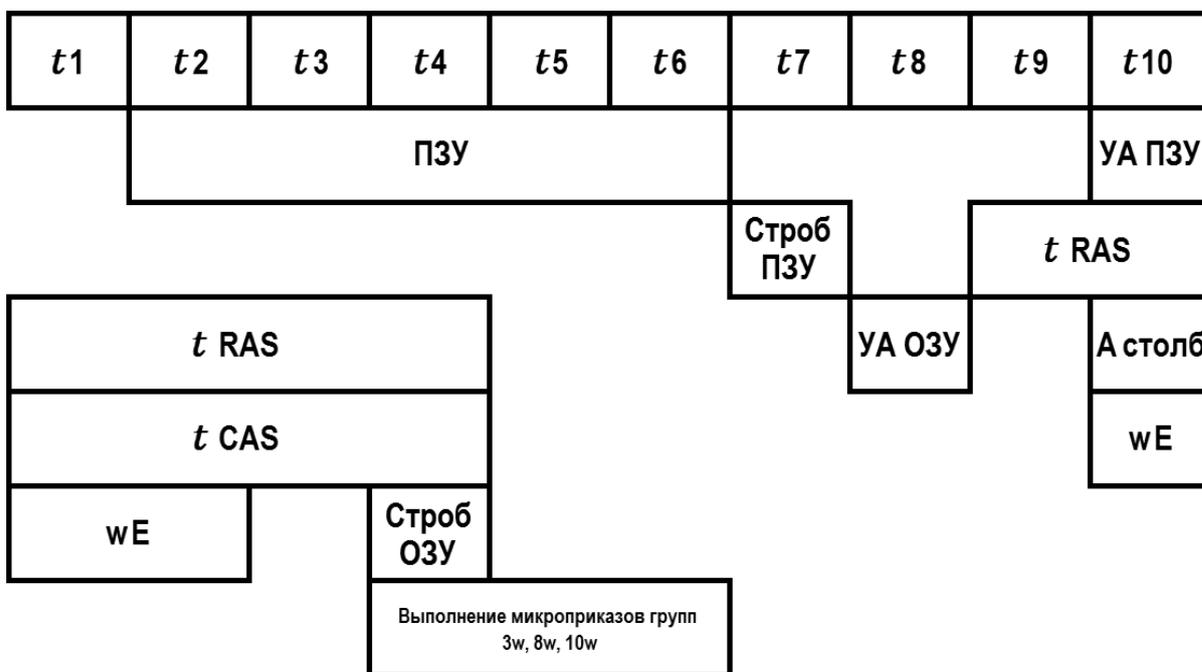


Рис. 25. Временные диаграммы для исполнений ДЗ-28 с объёмом ОЗУ 32 Кбайт и длительностью машинного такта 1 и 2 мкс.

Таблица 17

| Объём ОЗУ, Кбайт | Машинный такт 2 мкс | | Машинный такт 1 мкс | |
|---------------------|------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------------|
| | количество микротактов | длительность микротакта, нс | количество микротактов | длительность микротакта, нс |
| 16 | 8 (<i>t1-t8</i>) | 250 | 8 (<i>t1-t8</i>) | 125 |
| 32 | 10 (<i>t1-t10</i>) | 200 | 10 (<i>t1-t10</i>) | 100 |

7. МИКРОПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ. ОСНОВНЫЕ АЛГОРИТМЫ

7.1. Общие сведения

7.1.1. За исключением случаев принудительного останова путём нажатия клавиши непрограммируемых операций и приостанова при ПДП, включённая в сеть ДЗ-28 всегда выполняет какую-либо микропрограмму.

Стартовый адрес микропрограммы задаётся сигналом о включении питания или одной из клавиш непрограммируемых операций.

7.1.2. В рамках ТО не представляется возможным привести в какой-либо мере полное описание микропрограмм, поэтому в настоящем разделе приведены только общие сведения о взаимодействии блоков микропрограммы и некоторые важнейшие для пользователя алгоритмы.

7.1.3. Основные блоки микропрограммного обеспечения (МО) и их связи приведены на рис. 26. Отдельные блоки МО описаны в последующих подразделах.

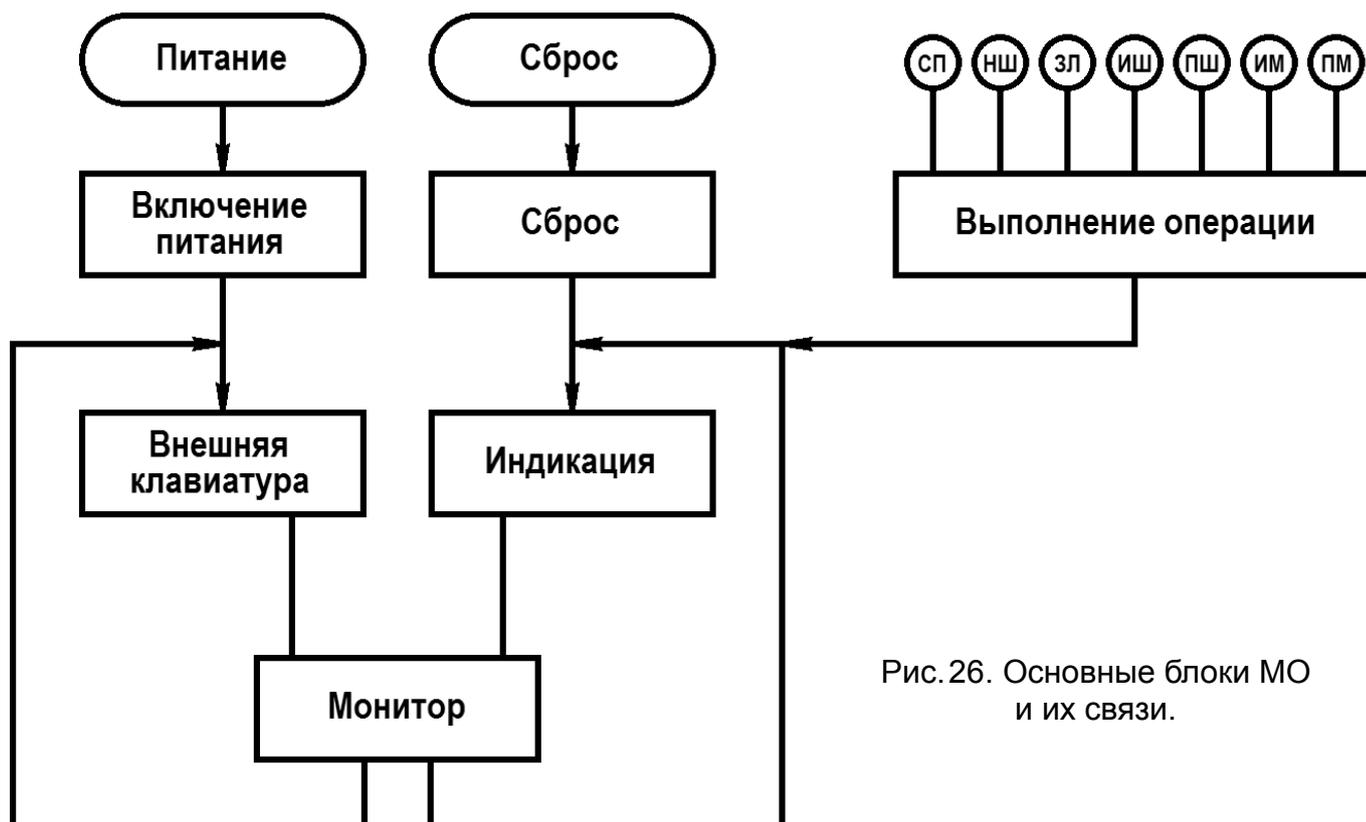


Рис. 26. Основные блоки МО и их связи.

7.1.4. Ветвление микропрограмм производится как по внешним сигналам (кодам), так и по признакам состояния, хранящимся в служебной зоне ОЗУ (см. Справочник программиста И5М3.857.100 ДЗ).

В последующем описании используются признаки состояния и указатели, хранящиеся в R13–R15:

ПрЦ – признак формирования десятичного числа в регистре X. При формировании числа **ПрЦ** установлен в единичное состояние;

Пр0 – признак останова. Установка **Пр0** в единичное состояние вызывает останов программы;

N – маска внутреннего прерывания. Единичное состояние разрешает внутреннее прерывание;

ПрФ – признак подмикропрограмм. **ПрФ** установлен в единичное состояние во время выполнения микропрограмм команд с кодами 0800 – 0815;

ПрН – признак внутреннего прерывания, находится в единичном состоянии при обработке внутреннего прерывания;

УПВ – код уровня внешнего прерывания, хранится в трёх битах. Значение **УПВ** соответствует текущему уровню внешнего прерывания:

– при **УПВ = 1** обрабатывается один из сигналов **Пр4**, **Пр2**, **Пр1**;

– при **УПВ = 2** обрабатывается **Пр8**;

– при **УПВ = 4** обрабатывается **УП2** или **УП1**.

Нулевое состояние **УПВ** свидетельствует о том, что выполняется основная программа;

M – маска внешних прерываний (шестибитная); биты маски маскируют соответствующие внешние сигналы;

ПрЖ – является признаком ожидания прерывания, устанавливается в единицу командой **WAIT**;

ПрМ – признак ненулевой маски внешних прерываний, устанавливается в единичное состояние микропрограммой команды **MOV S_i, M**, если хотя бы один из битов маски **M** ненулевой;

ПрП – признак работы по программе, установлен в единичное состояние при работе ДЗ-28 по программе во время выполнения команды в пошаговом режиме. При выполнении команд, поданных с внешней или встроенной клавиатуры, состояние **ПрП** нулевое;

РС – программный счётчик, в **РС** хранится текущий адрес команды;

SP – указатель стека подпрограмм.

Кроме того, в качестве признаков ветвлений используются разряды регистра **U_y**, расположенного в старших тетрадах байтов с адресами 7.15.13.00 – 7.15.13.15.

Разряды регистра **U_y** в дальнейшем названы **U₀-U₁₅**.

(**U₀**) и (**U₁**) при **ПрФ = 1** указывают номер очередной подмикропрограммы для команд с **B = 08**.

В **U₃** хранится признак **ПрД**, он установлен в единичное состояние после выполнения первого байта двухбайтовой команды, поданной с клавиатуры или ПУ.

Рабочие признаки формирования числа хранятся в **U₅**.

Признак передачи функций клавиатуры периферийному устройству **ПрГ** хранится в **U₁₃**.

В **U₇** хранится значение максимальной величины старшего разряда адреса ОЗУ: 7 – для ОЗУ в 32 Кбайта, 3 – для ОЗУ в 16 Кбайт.

Признак сбоя **ПрСб** хранится в **U₆**.

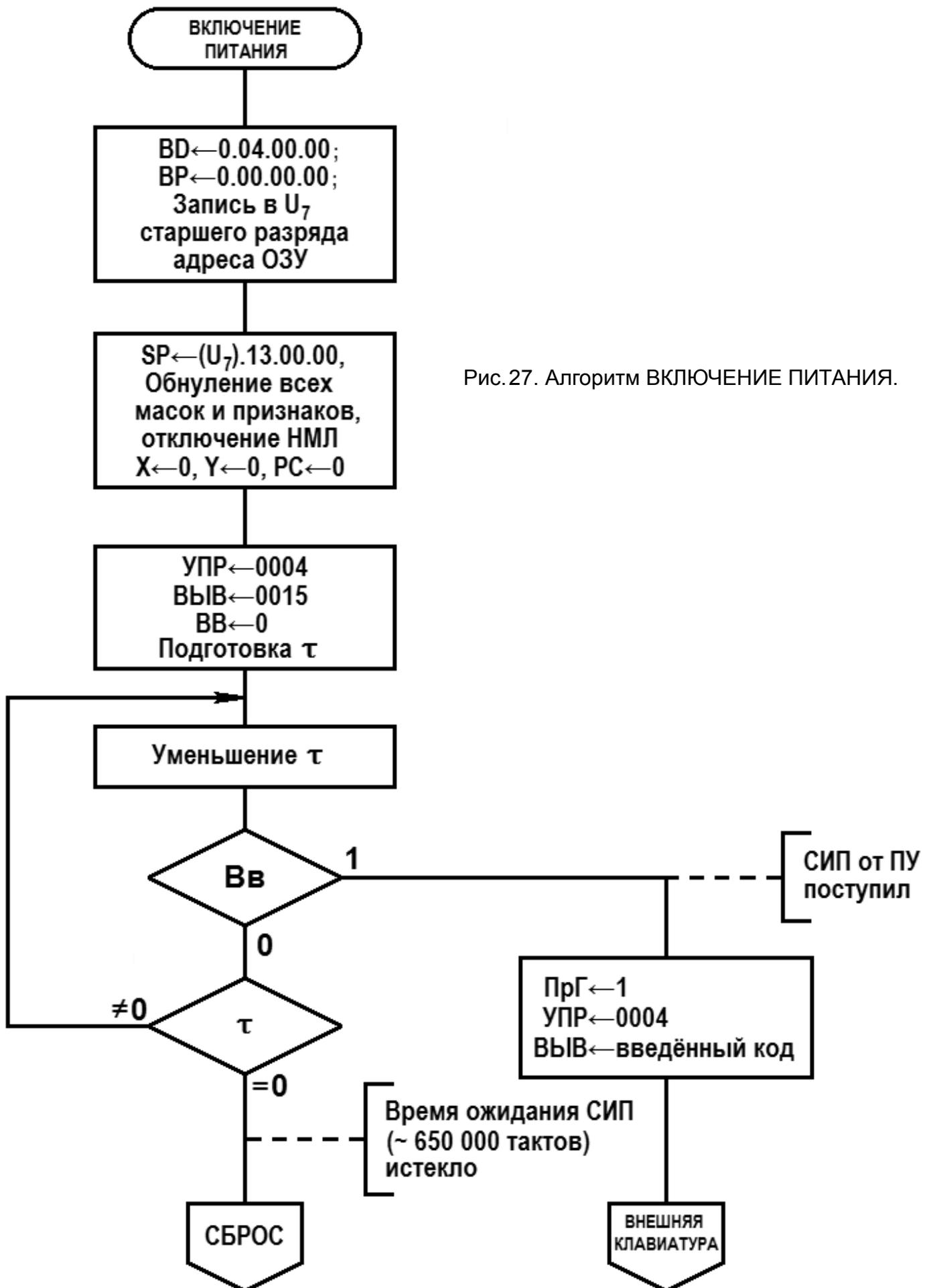


Рис.27. Алгоритм ВКЛЮЧЕНИЕ ПИТАНИЯ.

ПрСб устанавливается в единичное состояние при первом же сбое программы, сопровождающимся включением индикатора ОП, если внутреннее прерывание запрещено.

7.2. Включение питания

7.2.1. При включении питания ДЗ-28 устанавливается адрес микрокоманды 0004. С этого адреса начинается выполнение блока микропрограммы ВКЛЮЧЕНИЕ ПИТАНИЯ, алгоритм которого приведён на рис. 27.

В микропрограмме определяется объём ОЗУ, и в ячейку U_7 записывается старшая цифра адреса служебной зоны.

Содержимое U_7 используется в микропрограммах обслуживания НМЛ, контроля программы, при начальной установке указателя стека SP, то есть в тех случаях, где требуется информация об объёме ОЗУ.

Затем по шине УПР устанавливается комбинация 0004 и на шину ВЫВ подаётся код 0015 (имитируется команда GR1 0015, поданная о клавиатуры).

В течение $\approx 650\,000$ машинных тактов микропрограмма ожидает поступления от ПУ сигнала СИП, сопровождающего код по шине ВВОД.

Если в указанное время сигнал СИП будет сформирован, на шине УПР устанавливается комбинация 0004. На шину ВЫВ поступает код, принятый от ПУ, и функции клавиатуры передаются ПУ, то есть имитируется команда GR1 «номер ПУ». Это ПУ может быть идентифицировано по содержимому регистров УПР и ВЫВ.

После установки данных на шинах УПР и ВЫВ и признака ПрГ выполняется блок ВНЕШНЯЯ КЛАВИАТУРА.

Таким образом создаётся возможность дистанционной или автоматической загрузки и запуска программы с внешнего устройства, выполняющего функции клавиатуры.

Если СИП от ПУ во время его ожидания не поступил, то выполняется блок микропрограммы СБРОС.

7.3. Сброс

7.3.1. Блок СБРОС запускается нажатием клавиши С или блоком ВКЛЮЧЕНИЕ ПИТАНИЯ. Алгоритм блока СБРОС приведён на рис. 28.

7.3.2. Пауза $\tau \sim 4000$ тактов в начале блока СБРОС предназначена для устранения влияния дребезга клавиши С.

После выполнения действий, указанных в алгоритме СБРОС, управление передаётся блоку ИНДИКАЦИЯ.

7.4. Индикация

7.4.1. На рис. 29 приведён алгоритм блока ИНДИКАЦИЯ.

7.4.2. Оператором Цикл вывода на индикацию и в буферные регистры ОЗУ поочередно помещается содержимое разрядов пары служебных регистров с нулевого до

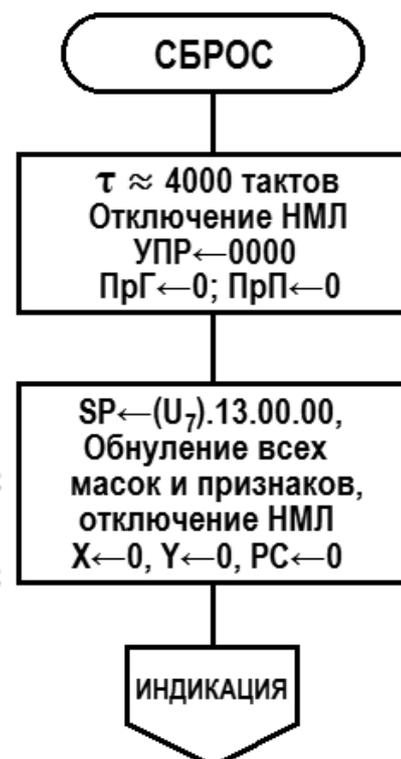


Рис. 28. Алгоритм СБРОС.

пятнадцатого. Содержимое буферных регистров ОЗУ высвечивается в соответствующих разрядах индикаторного табло. Каждый разряд индицируется в течение 320 машинных тактов.

7.4.3. Для простоты оператор опроса сигнала ВВ вынесен в алгоритме за цикл вывода на индикацию. В действительности опрос сигнала ВВ проводится в цикле вывода через каждые 2 машинных такта.

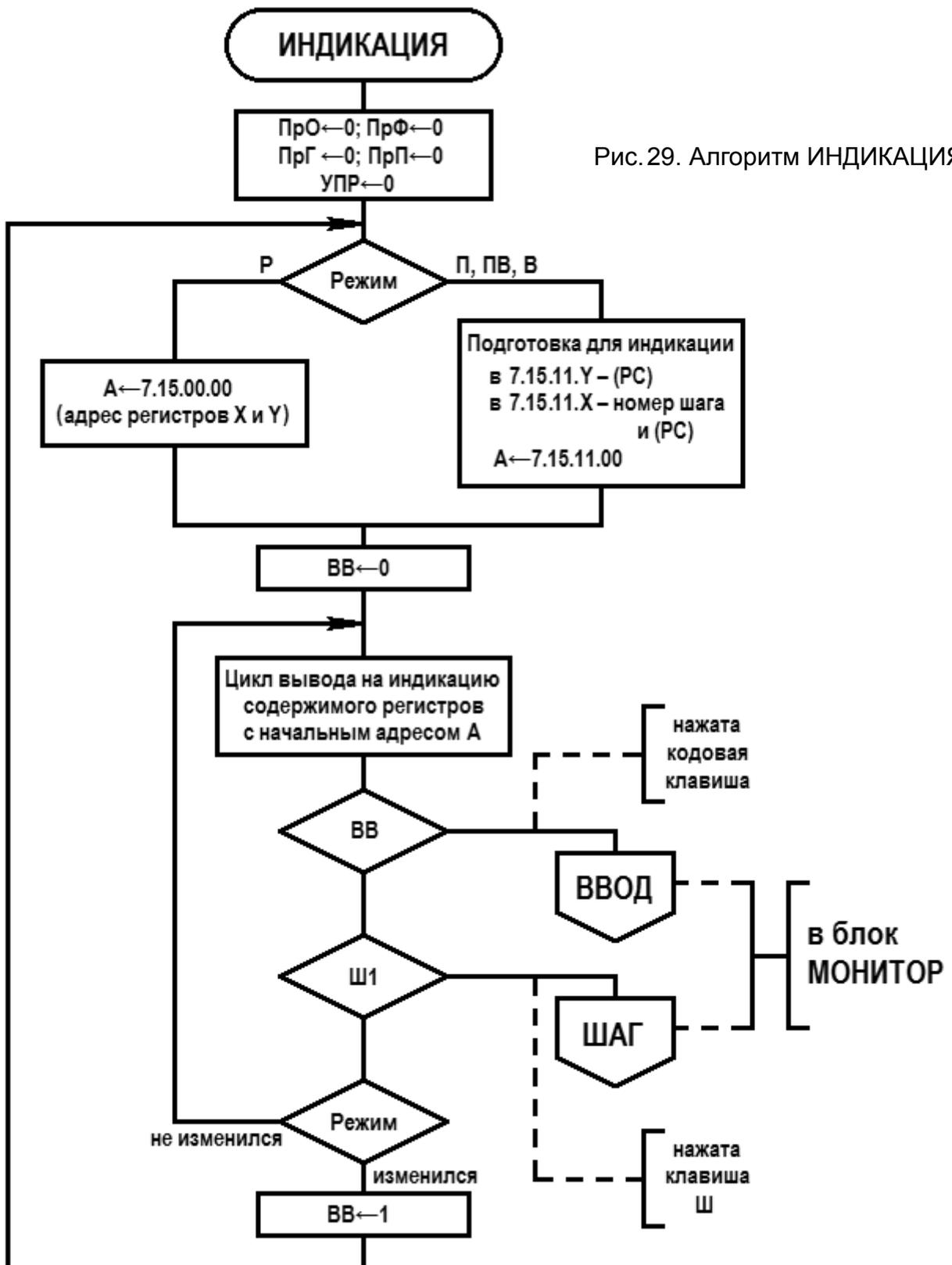


Рис.29. Алгоритм ИНДИКАЦИЯ.

7.4.4. При нажатии кодовой клавиши $ВВ \leftarrow 1$, код клавиши записывается в регистры АЛУ $Z4$ и $Z5$ и осуществляется переход к блоку МОНИТОР по входу ВВОД.

При нажатии клавиши Ш по сигналу Ш управление передаётся блоку МОНИТОР по входу ШАГ.

7.5. Внешняя клавиатура

7.5.1. Алгоритм блока ВНЕШНЯЯ КЛАВИАТУРА приведён на рис. 30. Этот блок выполняется вместо блока ИНДИКАЦИЯ в случае, если функции клавиатуры переданы ПУ.

7.5.2. Код, поступивший с внешней клавиатуры, вызывает переход к блоку МОНИТОР по входу ВВОД.

7.6. Монитор

7.6.1. Блок монитор выполняет диспетчерские функции:

- а) анализ сигналов и условий прерываний, вход в прерывающую программу;
- б) приём кода команды и его расшифровку;
- в) выход на микропрограмму реализации команды;
- г) выход на один из «статических» блоков ИНДИКАЦИЯ или ВНЕШНЯЯ КЛАВИАТУРА по соответствующим признакам состояния.

7.6.2. Блок-схема упрощённого алгоритма блока МОНИТОР приведена на рис. 31.

Блок имеет входы:

ВВОД – из блоков ИНДИКАЦИЯ и ВНЕШНЯЯ КЛАВИАТУРА;

ШАГ – из блока ИНДИКАЦИЯ;

КОН – из микропрограмм реализации большинства команд и непрограммируемых операций (кроме сброса);

ЧТК – из микропрограмм некоторых команд ветвлений (см. подраздел 7.9).

7.6.3. По входу ВВОД блок МОНИТОР получает код команды из регистров АЛУ $Z4$ и $Z5$.

7.6.4. Код, вводимый в режиме «P», воспринимается как первый байт команды при $ПрД = 0$ или как второй при $ПрД = 1$.

Однобайтовая команда выполняется сразу же после дешифровки кода, если же введённый код является первым байтом двухбайтовой команды, то $ПрД \leftarrow 1$, команда выполнится, когда будет введён второй её байт.

Если команда выполняется сразу же после команд формирования числа $DIG A1$, E , $NEG X$, $POINT$, $CLR X$, то перед её выполнением число в регистре X приводится к

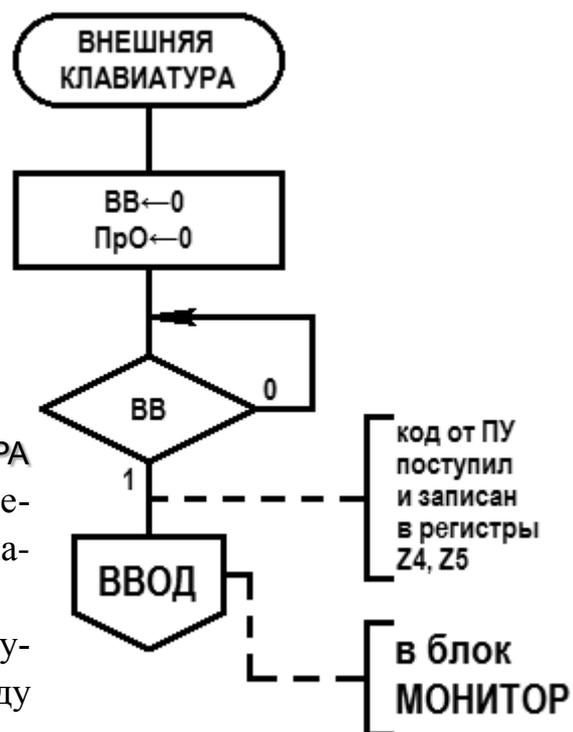


Рис. 30. Алгоритм ВНЕШНЯЯ КЛАВИАТУРА

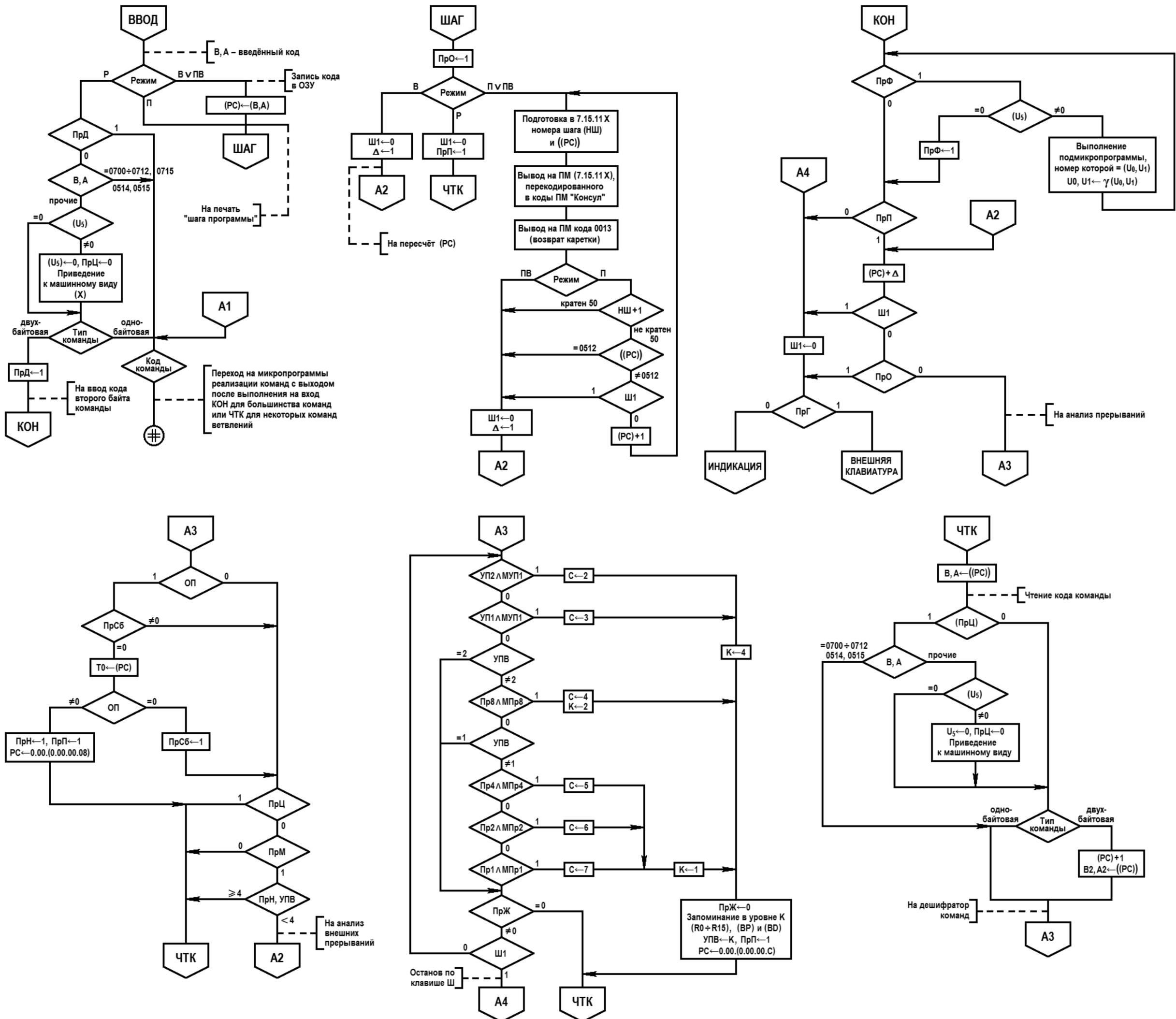


Рис. 31. Алгоритм блока МОНИТОР.

машинному виду: погашенные разряды мантиссы заполняются нулями, в разряды порядка, если они погашены, вызывается порядок числа, формируемый при вводе числа в служебной зоне ОЗУ.

После выполнения команды, поданной с клавиатуры, управление передаётся блоку **МОНИТОР** по входу **КОН**.

При вводе кода в режимах «В» и «ПВ» введённый код записывается по адресу, указанному в **РС**, затем выполняется блок **МОНИТОР** по входу **ШАГ**. Выход на эту микропрограмму при вводе кода в режиме «П» осуществляется сразу же без предварительных действий.

7.6.5. По входу **ШАГ** блок **МОНИТОР** в режиме «В» увеличивает (**РС**) на единицу, и управление возвращается к блоку **ИНДИКАЦИЯ**.

В режиме «Р» по входу **ШАГ** выполняется команда, первый байт которой записан по адресу, равному (**РС**).

В режимах «П» или «ПВ» по входу **ШАГ** на ПМ выводится номер шага и код, записанный на этом шаге, выдаётся код возврата каретки ПМ.

После этого для режима «ПВ» осуществляется увеличение (**РС**) на единицу и выход на блок **ИНДИКАЦИЯ**.

В режиме «П» распечатка программы продолжается до тех пор, пока или очередной номер шага не станет кратным 50, или будет встречен код 0512, или нажата клавиша **Ш**.

7.6.6. На вход **КОН** осуществляется выход из микропрограмм большинства команд ДЗ-28.

По этому входу анализируются служебные признаки и сигналы прерывания, при работе по программе осуществляется переход к очередной команде.

Выход на блоки **ИНДИКАЦИЯ** или **ВНЕШНЯЯ КЛАВИАТУРА** осуществляется, если выполненная команда подана с клавиатуры (**ПрП = 0**), при выполнении команды нажата клавиша **Ш**, (**Ш1 = 1**), по программе выполнена команда **STOP** (**Пр0 = 1**).

В остальных случаях осуществляется переход к ветви микропрограмм, в которой анализируются сигналы и условия прерывания. При соответствующих условиях осуществляется вход в прерывающую программу. Если прерывания не происходит, продолжается основная программа

7.7. Непрограммируемые операции

7.7.1. По нажатию любой из клавиш непрограммируемых операций устанавливается определённый адрес микрокоманды, с которого начинается выполнение микропрограммы соответствующей операции (см. п. 6.10). Начнётся выполнение микропрограммы только после того, как соответствующая клавиша будет отпущена. Во время нажатия клавиши установлен начальный адрес микропрограммы.

7.7.2. Микропрограммы всех этих операций имеет одинаковое начало.

Выполняется пауза $\tau \sim 4000$ тактов, предназначенная для устранения влияния дребезга клавиш, отключается НМЛ, **УПР** \leftarrow 0000, **ПрГ** \leftarrow 0, **ПрП** \leftarrow 0.

Затем осуществляется разветвление для выполнения микропрограмм соответствующих операций. Выполняемые при этом действия описаны в Справочнике программиста И5М3.857.100 ДЗ.

7.8. Команды ввода-вывода

7.8.1. Блок-схемы алгоритмов микропрограмм реализации команд ввода-вывода сгруппированы на следующих рисунках:

✓ **рис. 32** – *INPS d*, *OUTS d*, *INPSV d*, *OUTSV d*, *INPR d*, *OUTR d*, *INPRV d*, *OUTRV d*, *INPAS d*, *OUTAS d*, *INPASV d*, *OUTASV d*, *INPAR d*, *OUTAR d*, *INPARV d*, *OUTARV d*;

✓ **рис. 33** – *INPO d*, *OUTO d*;

✓ **рис. 34** – *INPOWC*, *OUTWC*;

✓ **рис. 35** – *INPOWS*, *OUTWS*.

7.8.2. Времена выполнения блоков алгоритмов указаны в машинных тактах.

В алгоритмах не раскрываются подробности микропрограммной реализации команд, поэтому в отдельных блоках без указания содержания операций даётся только время выполнения.

7.8.3. В алгоритмах команд ввода-вывода указана величина Δ , на которую изменяется (PC) после выполнения команды по программе.

7.8.4. Для команд, алгоритмы которых приведены на **рис. 32** и **33**, время ожидания от ПУ сигнала СИП не ограничено. По приходу СИПа сигнал ВВ схемно устанавливается в единичное состояние.

7.8.5. Для команд, алгоритмы которых изображены на **рис. 34** и **35**, время ожидания СИПа равно $(R10) \cdot 10$ машинных тактов. Если СИП за это время приходит, сигнал ВВ устанавливается в единичное состояние схемно, если СИП не приходит, установка ВВ осуществляется микропрограммно.

7.9. Команды управления состоянием

7.9.1. В настоящем подразделе описан ряд команд, изменяющих состояние ДЗ-28 в части признаков состояния, анализируемых блоком МОНИТОР.

7.9.2. После выполнения любой команды осуществляется переход на блок МОНИТОР по одному из двух входов: КОН и ЧТК.

Выход на ЧТК возможен только при выполнении команд по программе.

На ЧТК выходят команды безусловных переходов *BR. +d*, *BR. -d*, *JMTT d*, *JMTF d*, команды обращения к подпрограмме *JSTT d*, *JSTF d*, *TRAP*, при выполнении условий ветвления – команды условных переходов *BKEY. +d* и *BMER. +d*.

Во всех остальных случаях осуществляется выход на КОН с подготовленной величиной Δ , на которую увеличивается (PC). Эта величина для большинства команд равна единице. Для команд условных переходов (кроме *BKEY. +d* и *BMER. +d*) при выполнении условия Δ равна трём или части В2 второго байта команд.

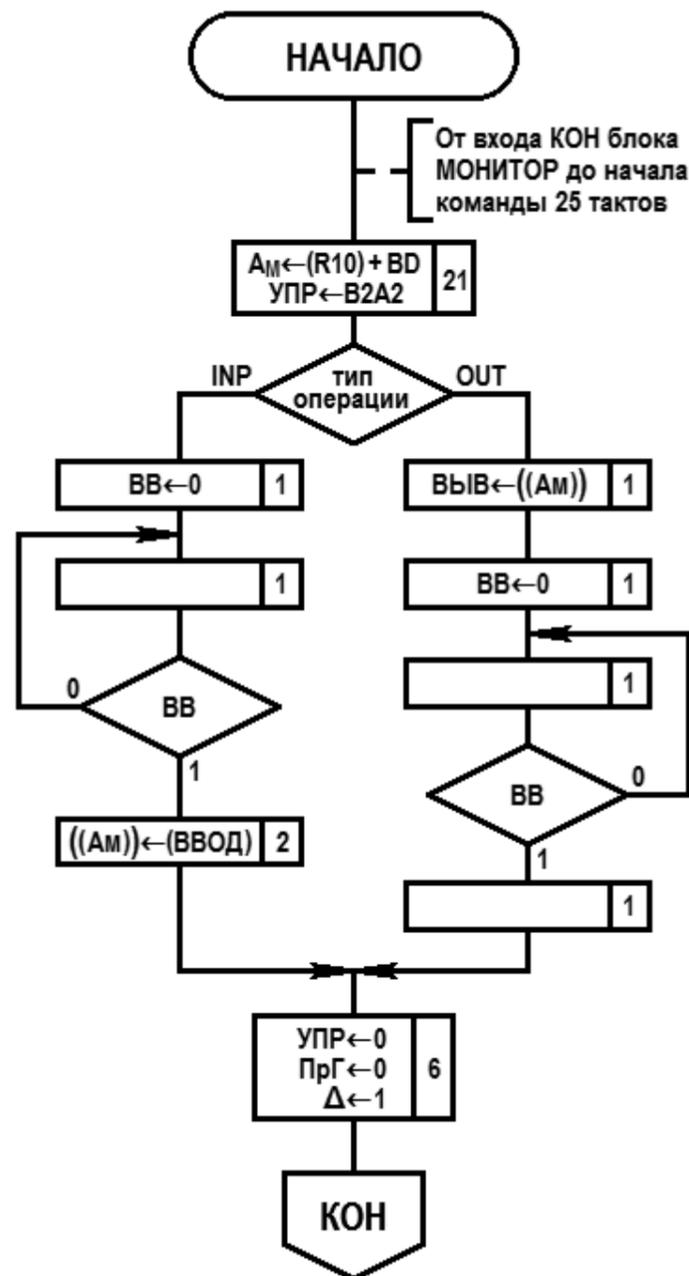


Рис. 33. Алгоритм команд *INPO d* и *OUTO d*.

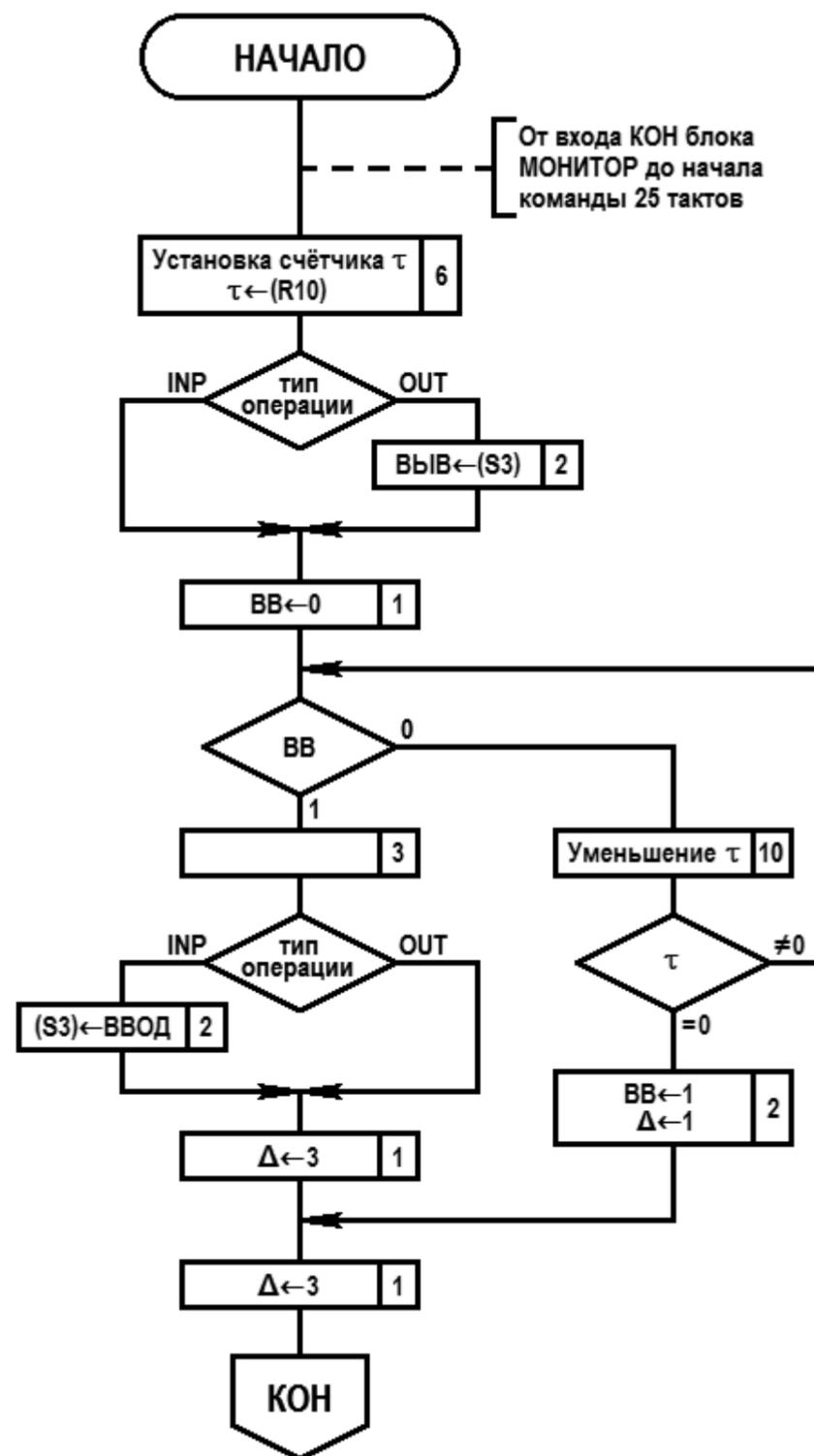


Рис. 34. Алгоритм команд *INPOWC* и *OUTWC*.

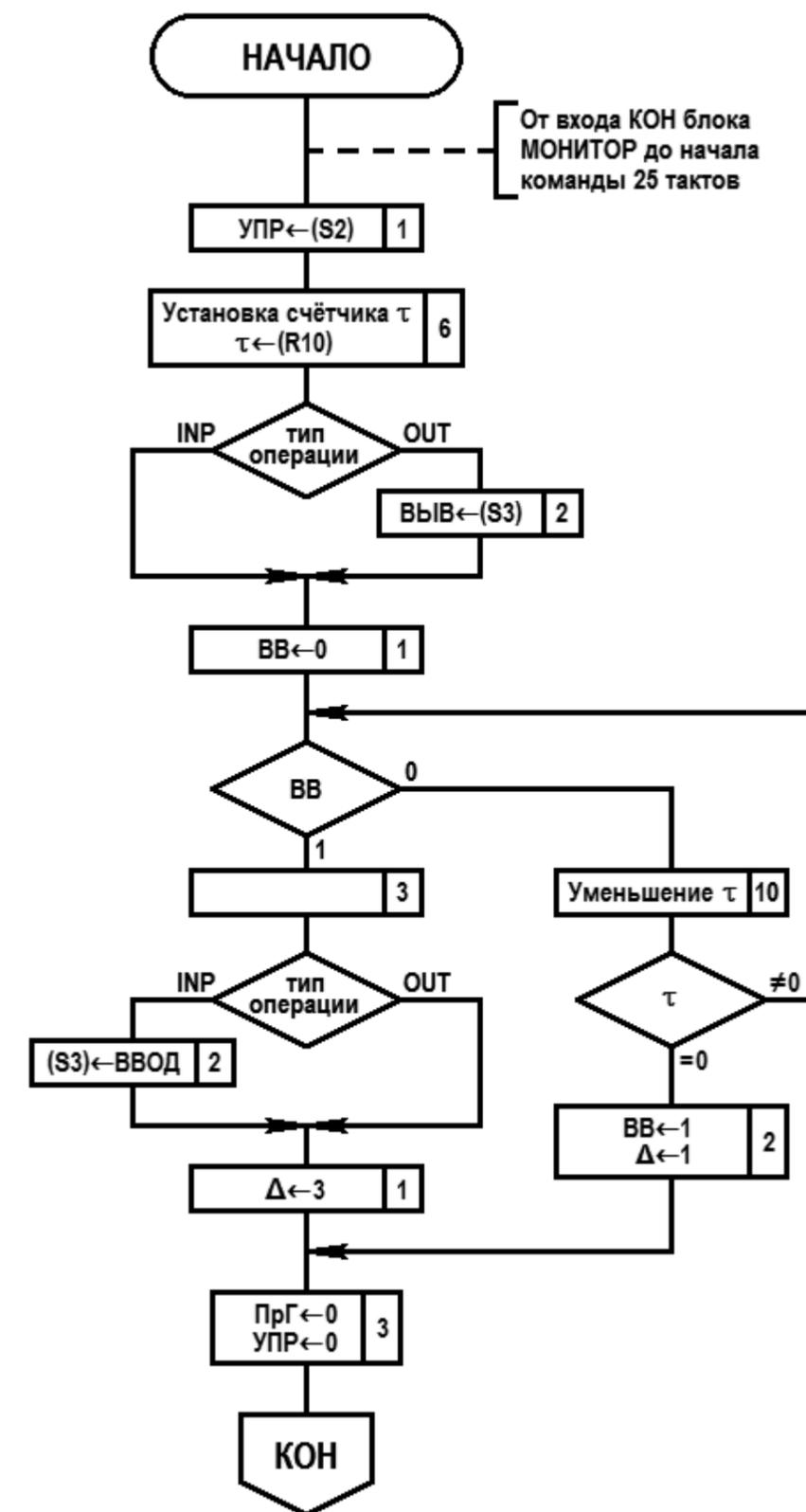


Рис. 35. Алгоритм команд *INPOWS* и *OUTWS*.

В некоторых случаях (поиск меток $JMM d$, безусловные переходы $JMP @X$, $JMP @R_i$, обращение к подпрограммам JSM , $JSR @R_i$) содержимое программного счётчика подготовлено в команде и $\Delta = 0$.

7.9.3. Признак **ПрП** безусловно устанавливается в единичное состояние рядом команд: $JMTT d$, $JMTF d$, $JSM B1A1$, $JSR @R_i$, $JSTT d$, $JSTF d$, $RTSGO$, $TRAP$.

Командой **GO ПрП** всегда устанавливается в единичное состояние за исключением случая, когда команда **GO** подана с периферийного устройства, обращение к которому произошло с клавиатуры.

По команде **STOP** осуществляется останов программы установкой признака **ПрО** в единичное состояние.

Кроме того, по командам **GO** и **STOP УПР** $\leftarrow 0$.

7.9.4. Состояние признака **ПрП** может измениться командой **RTS**. При этой команде осуществляется возврат из подпрограммы. При возврате в **ПрП** и **РС** посылаются содержимое той ячейки, на которую указывает указатель стека **R13**, а **(R13)** увеличивается на 2. Таким образом, восстанавливается **(РС)** и **ПрП**, которые запомнились при обращении к подпрограмме.

При псевдовозврате из подпрограммы **RTSI** подобного изменения **(РС)** и **ПрП** не происходит, осуществляется лишь увеличение **(R13)** на 2. Алгоритмы команд **RTS** и **RTSI** показаны на **рис. 36**.

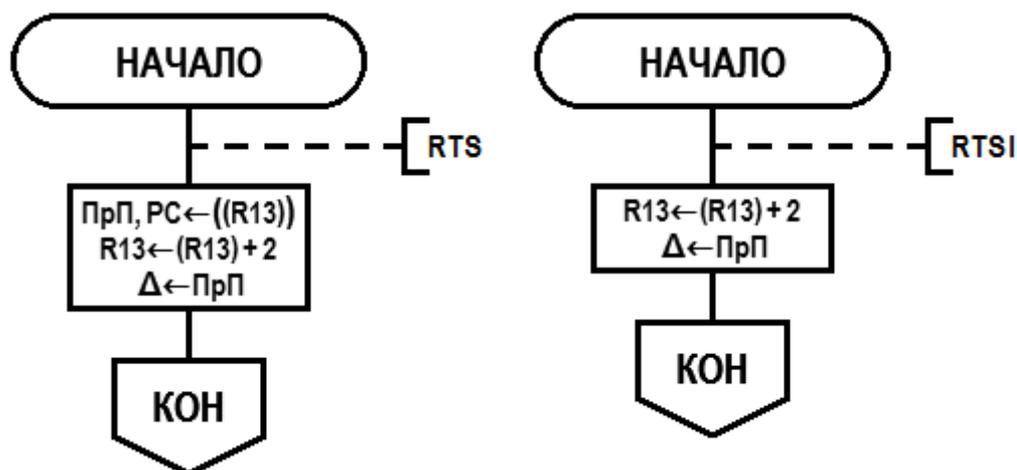
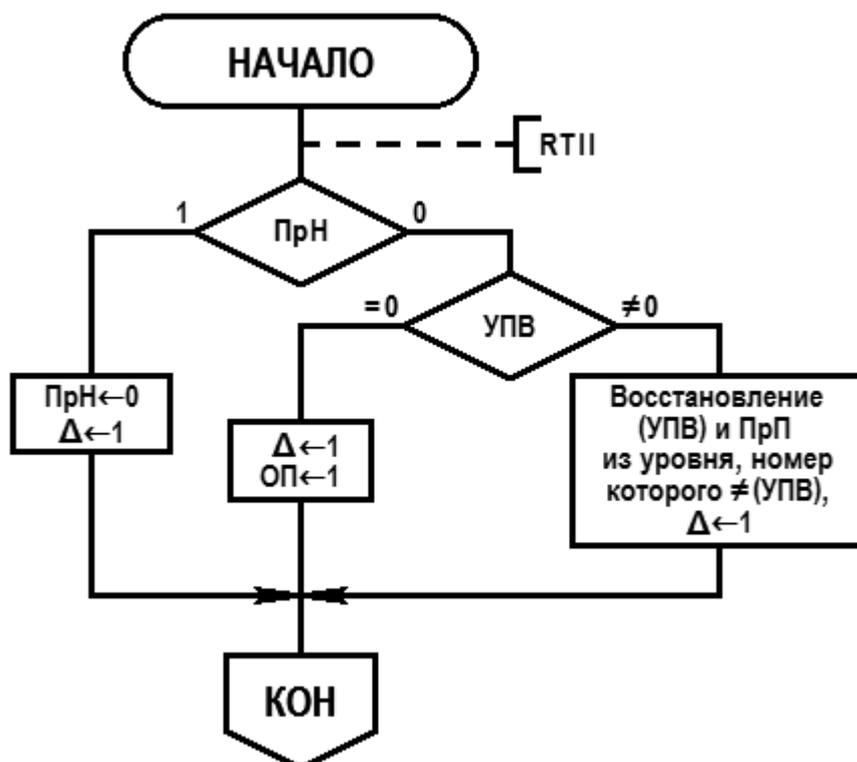
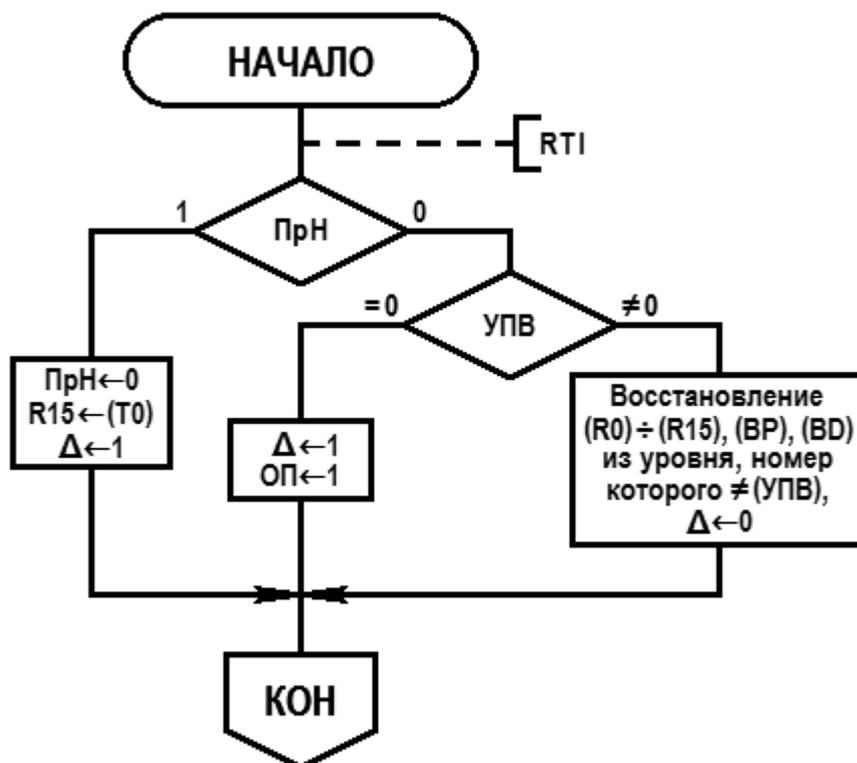


Рис. 36. Алгоритмы команд **RTS** и **RTSI**.

В командах **RTI** и **RTII**, алгоритмы которых приведены на **рис. 37**, анализируется признак **ПрН**.

Если признак **ПрН** в единичном состоянии, значит, велась обработка внутреннего прерывания. В обеих командах – **RTI** и **RTII** – $\text{ПрН} \leftarrow 0$. Для команды **RTI**, кроме этого, $\text{РС} \leftarrow (T0)$.

Если признак **ПрН** в нулевом состоянии, значит, осуществляется выход из программы обработки внешнего прерывания, в которой $\text{УПВ} \neq 0$. Выполнение команд **RTI** и **RTII** в основной программе при $\text{УПВ} = 0$ вызывает включение индикатора **ОП** и переход к следующей команде программы без совершения каких-либо дополнительных действий.

Рис.37. Алгоритмы команд **RTI** и **RTII**.

При возврате из внешнего прерывания по команде **RTI** восстанавливается содержимое **R0÷R15**, **BD** и **BP** из тех ячеек, в которых запоминалось содержимое **R0÷R15**, **BD** и **BP**.

Если выход из внешнего прерывания осуществляется командой **RTII**, восстанавливаются только **УПВ** и **ПрП** из тех ячеек, в которых они запоминались.

7.9.5. Командой $MOV S_i, M$ устанавливаются биты маски внешнего прерывания и признак $ПрМ$. Если содержимое M становится при этом нулевым, то $ПрМ \leftarrow 0$, если хотя бы из битов M устанавливается в единичное состояние, то $ПрМ \leftarrow 1$.

7.9.6. Установка признака N осуществляется командой $MOV X, N$. N становится равным младшему биту первого разряда X .

7.9.7. Признак $ПрЖ$ устанавливается в единичное состояние командой $WAIT$.

До выполнения команды $WAIT$ должны быть установлены соответствующие биты маски внешних прерываний.

Команда $WAIT$ должна подаваться только для ожидания сигналов более высокого приоритета, чем обрабатываемый в настоящий момент (см. алгоритм блока **МОНИТОР**). На рис. 38 показаны алгоритмы команд $MOV S_i, M$ и $WAIT$.

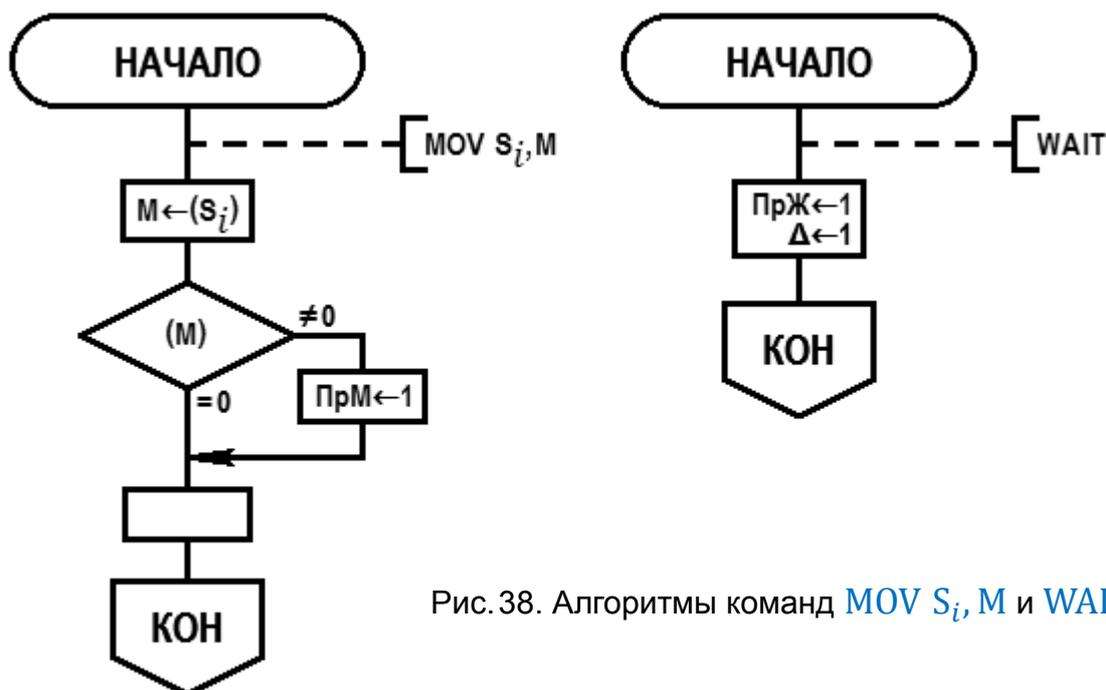


Рис. 38. Алгоритмы команд $MOV S_i, M$ и $WAIT$.

8. ПЕРИФЕРИЙНЫЕ УСТРОЙСТВА РЕКОМЕНДАЦИИ И ПРИМЕРЫ ПОСТРОЕНИЯ

8.1. Общие сведения

8.1.1. ПУ пользователя могут быть подключены непосредственно к выходным разъёмам ДЗ-28, а также через УСО, разработанные для ДЗ-28 (см. Инструкцию по эксплуатации И5М3.857.100 ИЭ).

8.1.2. При подключении фотосчитывателя и перфоратора к разъёму **ПЛ/ФС** аппаратно предусмотрено, что взаимодействие ДЗ-28 с ними должно вестись при (**УПР**), равном 1200 и 1500 соответственно, без каких-либо предварительных выборов.

Ввод-вывод информации с ПМ «Консул» ведётся через разъём **ПЕЧАТЬ** при (**УПР**), равном 1300 или 1400 соответственно.

8.1.3. При взаимодействии ДЗ-28 с ПУ через канал **ВВОД/ВЫВОД** не предусмотрены определённые состояния шины **УПР**, при которых должно вестись взаимодей-

ствии. Однако для адресации ПУ, подключаемых пользователем, не рекомендуется применять значения шины УПР, используемые для ПУ 15ВСМ-5 и разработанных ПУ ДЗ-28:

- 0002 – адресные передачи ВЗУ;
- 0003 – взаимодействие с ВЗУ и устройством ввода-вывода;
- 0004–0005 – команды 1 и 2 соответственно;
- 0800, 0900, 1000 – графопостроитель;
- 1200 – фотосчитыватель;
- 1300, 1400 – ПМ;
- 1500 – перфоратор;
- 1501–1507 – комплекс технических средств на базе ДЗ-28 и УСО.

8.2. Внешнее запоминающее устройство

8.2.1. В состав вычислительного комплекса на базе ДЗ-28 в качестве ПУ может входить внешнее запоминающее устройство И5М3.853.001 (ВЗУ).

Взаимодействие ДЗ-28 с ВЗУ осуществляется по каналу **ВВОД/ВЫВОД**.

8.2.2. Перед началом обмена информацией ВЗУ должно быть предварительно выбрано по команде **GR2 <номер ВЗУ>**. Старшие четыре бита номера ВЗУ – нулевые, младшие – должны быть предварительно установлены на переключателях, находящихся на задней стенке ВЗУ.

8.2.3. Взаимодействие с ВЗУ рекомендуется вести по командам ввода-вывода, в мнемокоде которых присутствует буква **A**, при **B2A2 = 0003**. Буква **A** в мнемокоде говорит о наличии адресных передач при (**УПР**) = 0002, аналогичных тем, которые предусмотрены в 15ВСМ-5 в командах с кодами 0800–0815.

Адресных передач – четыре. По первой передаче выдаётся код 0000, по второй и третьей – (**R9**), равное начальному адресу массива ВЗУ, по четвёртой – код 0000 при вводе или код 0800 при выводе информации.

Адресные передачи не входят в число байт обмена, задаваемое в **S9** или в **R12**. Контрольный байт, если он предусмотрен в команде, тоже не входит в число байт обмена.

До команды обмена информацией с ВЗУ должны быть подготовлены следующие служебные регистры:

BD – относительно (**BD**) ведётся отсчёт начального адреса массива обмена ОЗУ;

R9 – (**R9**) равно начальному адресу массива обмена ВЗУ;

R10 – (**R10**) равно начальному адресу массива обмена ОЗУ относительно (**BD**).

R12 или **S9** – в этих регистрах в зависимости от мнемокода команды задаётся количество байт обмена.

Ввод чисел в регистры следует производить, учитывая, что **R9** состоит из регистров **S2** и **S3**, **R10** – из регистров **S4** и **S5**, **R12** – из регистров **S8** и **S9**.

Ввод чисел в регистры **R** целесообразно проводить побайтно в шестнадцатеричной форме через регистры **S** для увеличения быстродействия.

На рис. 39 показан фрагмент программы, в которой осуществляется выборка ВЗУ с номером 0001 и вывод на него 200 байт. Начальный адрес ОЗУ – 01.02.03.04 относительно (BD) = 00.08.00.00, начальный адрес ВЗУ – 00.00.10.00.

```

0410 0001      GR2 0002
1302 0008      MOV # 0008, S2
1303 0000      MOV # 0000, S3
0413 0509      MOV R9, BD
1304 0102      MOV # 0102, S4
1305 0304      MOV # 0304, S5
1302 0000      MOV # 0000, S2
1303 1000      MOV # 1000, S3
1309 1208      MOV # 1208, S9
1509 0003      OUTAS 0003
0515

```

Рис. 39. Вывод информации на ВЗУ.

Подробнее применение команд см. Справочник программиста И5М3.857.100 ДЗ.

8.3. Устройство управления 15-10

8.3.1. Устройство управления 15-10 И5М3.857.077 (15-10) предназначено для сопряжения 15ВСМ-5 с перфоратором ПЛ-150-2А и фотосчитывающим устройством FS1501-в/р.

8.3.2. Для ДЗ-28 необходимость в применении 15-10 может возникнуть при использовании перфораторов ПЕРФОМОМ-35, ФСУ РЕАДМОМ 40 и РЕАДКОМ 1000, подключение которых к разъёму ПЛ/ФС не предусмотрено.

15-10 подключается к ДЗ-28 через разъём ВВОД/ВЫВОД.

Подготовительные операции для ввода-вывода информации на перфоленту с использованием 15-10 аналогичны описанным для ВЗУ в п. 8.2.

Отличие состоит в том, что в мнемокоде команд ввода-вывода не должно быть буквы А и не надо готовить регистр R9, так как адресные передачи в этом случае не предусмотрены.

Выбор перфоратора осуществляется командой GR2 00XX, выбор ФСУ – командой GR1 00XX, где 00XX – номер ПУ, который должен быть одинаковым для перфоратора и ФСУ и предварительно набран на кодовых переключателях 15-10. Ввод-вывод на перфоленту в этом случае осуществляется при (УПР) = 0003.

8.4. Устройство связи с объектами АЦСКС-1024-001

8.4.1. Устройство связи с объектами (в дальнейшем УСО) АЦСКС-1024-001 И5М3.852.061 предназначено для обеспечения обмена информацией между ДЗ-28 и периферийными устройствами (в дальнейшем – ПУ) посредством интерфейсных блоков, согласующих интерфейсы ввода-вывода.

8.4.2. УСО предназначены для мультиплексирования канала ввода-вывода ДЗ-28.

8.4.3. УСО позволяют компоновать одно- и многопроцессорные системы различной конфигурации.

8.4.4. УСО изготавливаются в настольном и стоечном вариантах. Блок разъемов УСО рассчитан на установку девяти интерфейсных блоков специальной конструкции, в том числе минимум одного магистрального расширителя (в дальнейшем – МР).

8.4.5. МР обеспечивает связь интерфейсных блоков, на которых располагаются контроллеры для управления внешними объектами, другими функциональными узлами создаваемой вычислительной системы на базе ДЗ-28. Все сигналы с линий канала ввода-вывода ДЗ-28 передаются без функционального изменения в канал общей шины УСО и на выходной разъем мультиплексора, который позволяет подключить через интерфейсные блоки различные ПУ.

8.4.6. Для обеспечения возможности обмена информацией между ДЗ-28 и ПУ по инициативе последних в интерфейсных блоках предусмотрена организация выработки сигналов прерывания. Сигнал прерываний формируется на одной из линий (Пр8, Пр4, Пр2, Пр1) канала общей шины УСО только в случае наличия запроса, поступающего из ПУ, при разрешающем состоянии триггера маски. Маскирование производится по программе и позволяет программно управлять приоритетами формируемых прерываний.

Перечень интерфейсных блоков и их основные характеристики приведены в каталоге И5М3.852.061 Д2.

8.5. ПУ пользователя

8.5.1. Для связи ДЗ-28 с ПУ по каналу ввода-вывода применяется программно управляемая передача данных. При данном методе передачи специальная программа управляет обменом данными. В ДЗ-28 используются два типа программно управляемой передачи данных: асинхронная и с прерыванием программы.

8.5.2. При асинхронном типе передачи данных необходимо выполнить следующую последовательность:

- осуществить выбор ПУ;
- проверить состояние ПУ;
- активировать ПУ, если последнее готово;
- передать данные (ввести или вывести);
- деактивировать ПУ.

Выбор ПУ определяется адресом ввода-вывода и осуществляется в случае, если в состав вычислительного комплекса входят более двух однотипных ПУ (например, несколько внешних ЗУ). Однотипные ПУ объединяются в группы, а внутри группы имеют различную нумерацию.

Адрес ввода-вывода состоит из двух частей: адреса группы ПУ, занимающего 8 разрядов шины УПР, и номера ПУ в группе, занимающего 8 разрядов шины ВВВ.

Адрес ввода-вывода может быть указан двумя различными способами. При первом способе для задания адреса ввода-вывода используются команды GR1 или GR2,

при этом на шине **УПР** устанавливается адрес группы ПУ 1 (0004) или 2 (0005) соответственно. На шине **ВЫВ** – один из 256 возможных номеров ПУ в пределах группы.

При втором способе для задания адреса ввода-вывода может использоваться любая команда вывода информации.

Отличие этих способов заключается в том, что при первом способе управление полностью передаётся ПУ (внешняя клавиатура) и только посылкой в шину **ВВОД** кода **GO** (0514), управление возвращается к ДЗ-28, при втором способе для ПУ указывается только адрес ввода-вывода.

При первом способе адрес группы задаётся микропрограммно и не может программироваться. При втором способе адрес группы ПУ может задаваться по программе. При выборе ПУ используется обычный порядок функционирования интерфейса ввода-вывода (см. [подраздел 6.7](#)).

Проверка состояния ПУ выполняется командой ввода информации о состоянии выбранного ПУ. Информацию о состоянии ПУ должен содержать регистр слова состояния ПУ (**РС**), который адресуется специально выделенной для него комбинацией на шине **УПР**.

Регистр слова состояния ПУ должен содержать, как правило, следующую информацию:

- занято;
- конец операции;
- конец работы;
- ошибка.

Разряд «занято» – устанавливается для сигнализации о том, что ПУ занято выполнением внутренних операций и не может принять участия в обмене данными.

Разряд «конец операции» – устанавливается ПУ, когда оно готово для обмена данными.

Разряд «конец работы» устанавливается ПУ, если решение о конце работы принимает оно.

Разряды «ошибка» используются для сигнализации о наличии и характере ошибки. Они устанавливаются ПУ и должны очищаться ДЗ-28, для того чтобы разрешить выполнение операций. Если для указания характера ошибки требуется много разрядов **РС**, то следует в **РС** указывать не характер ошибки, а адреса регистров, которые содержат информацию о характере ошибок.

Активация ПУ заключается в установке специальных разрядов его регистра состояния ДЗ-28. Эти разряды, как правило, должны содержать следующую информацию:

- разряд «разрешение работы»;
- разряды «выполняемая функция».

Разряд «разрешение работы» используется для запуска ПУ. Разряды «выполняемая функция» определяют операцию, которую должно выполнять ПУ.

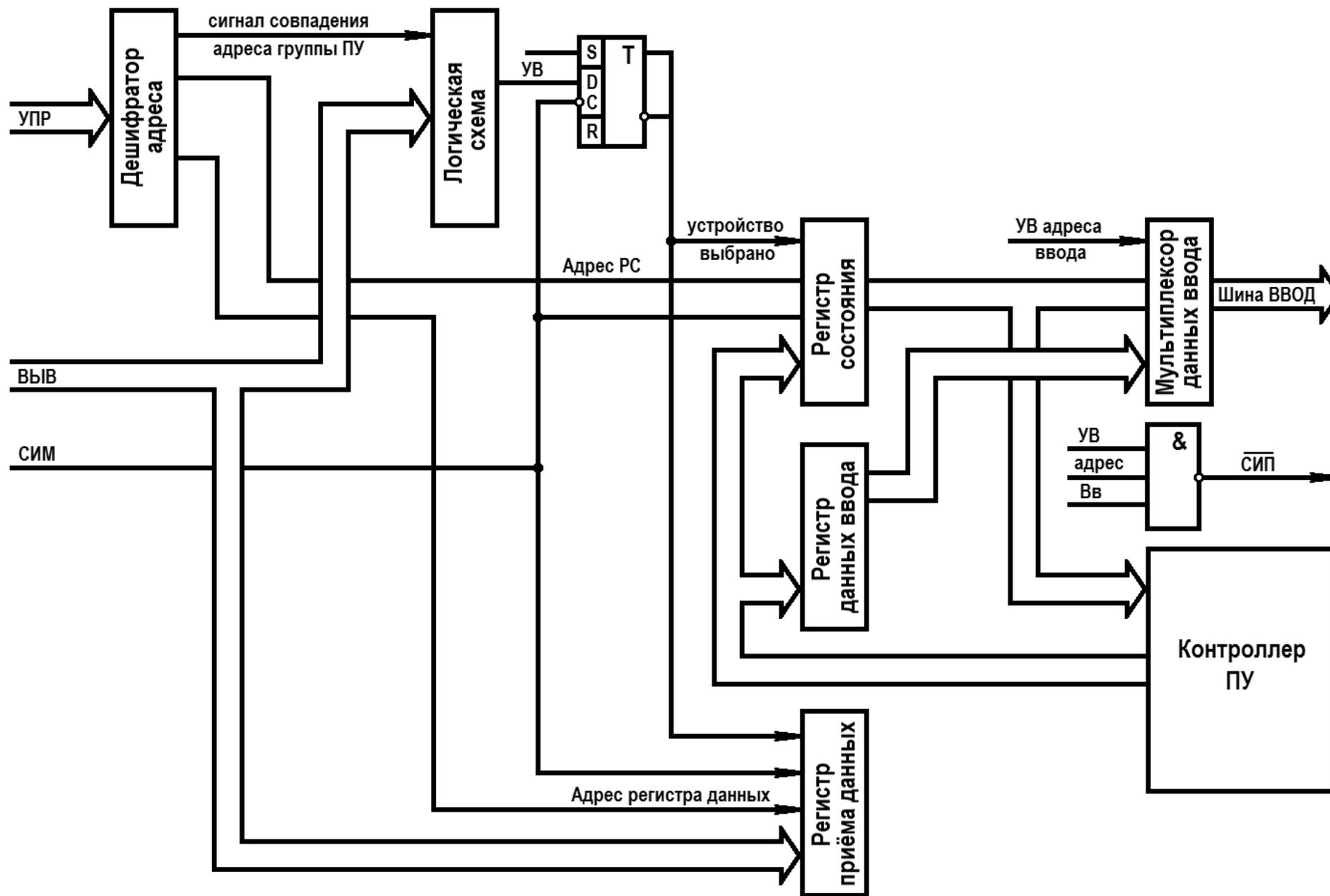


Рис.40. Структурная схема реализации взаимодействия ПУ с ДЗ-28.

При передаче данных осуществляется обмен между ДЗ-28 и регистрами данных ПУ, которые имеют специальную адресацию в пределах ПУ.

Деактивация ПУ заключается в очистке разряда его регистра состояния «разрешение работы» ДЗ-28.

Структурная схема реализации взаимодействия ПУ с ДЗ-28 приведена на рис. 40.

При осуществлении выбора ПУ на шину УПР должен поступить адрес группы ПУ, а на шину данных вывода ВВВ – номер ПУ в пределах группы.

Дешифратор адреса при поступлении на его входы с шины УПР адреса группы, к которой относится ПУ, вырабатывает сигнал, по которому логическая схема осуществляет сравнение номера, который присвоен данному ПУ в пределах группы с номером, поступившим на шину вывода данных. Присваивание номера ПУ может осуществляться либо с помощью перемычек, устанавливаемых на печатных платах ПУ, либо с помощью переключателей, устанавливаемых на внешних поверхностях ПУ.

Если номер, поступивший на шину вывода данных, соответствует номеру данного ПУ, то по сигналам СИМ и совпадения номеров логической схемы устанавливается триггер выбора устройства. Очистка триггера выбора устройства должна осуществляться только выбором другого ПУ.

ПУ должно взаимодействовать с ДЗ-28 только при установленном триггере выбора устройства.

ПУ может иметь несколько различных регистров, таких, например, как:

- регистр состояния;
- регистр данных ввода, используемый для хранения принимаемых от ДЗ-28 данных;
- регистр данных вывода, используемый для хранения данных, передаваемых ДЗ-28.

Каждый регистр должен иметь самостоятельный адрес, поступающий с шины УПР.

Запись данных в регистры ПУ должна осуществляться в соответствии с адресом по сигналу СИМ.

Данные ПУ должны поступать в шину ВВОД только во время действия адреса данных ввода.

Сигнал СИП при обмене данными между регистрами ПУ и ДЗ-28 должен удовлетворять следующему логическому выражению:

$$\text{СИП} = \text{УВ} \cdot \text{Вв} \cdot \text{адрес},$$

где: УВ – сигнал, соответствующий установленному состоянию триггера выбора ПУ;

Вв – сигнал готовности ДЗ-28;

адрес – адрес, соответствующий регистру, с которым осуществляется обмен.

Сигнал СИП при осуществлении выбора устройства должен удовлетворять следующему логическому выражению:

$$\text{СИП} = \text{адрес группы} \cdot \text{совп. номера ПУ}$$



Рис. 41. Алгоритм программы обслуживания взаимодействия ПУ с ДЗ-28.

Контроллер ПУ должен независимо от ДЗ-28 устанавливать разряды регистра состояния, принимать данные от регистра данных ввода и записывать данные в регистр данных вывода, принимать и выполнять операции, задаваемые регистром состояния ПУ.

Рекомендуемый алгоритм программы обслуживания ПУ ДЗ-28 приведён на рис. 41.

8.5.3. Передача данных с прерыванием программы – это такой тип обмена данными, при котором для выполнения операции ввода-вывода производится прерывание программы. Данный тип обмена особенно удобен при работе с ПУ низкого быстродействия, а также в ситуациях, когда момент передачи данных непредсказуем. Основной характерной чертой рассматриваемой передачи является то, что обмен данными инициируется ПУ.

Для реализации данного типа обмена рекомендуется в регистре состояния выделить разряд, устанавливаемый ДЗ-28, дающий разрешение или запрет прерывания.

При осуществлении передачи данных с прерыванием программы обычно реализуется следующая последовательность:

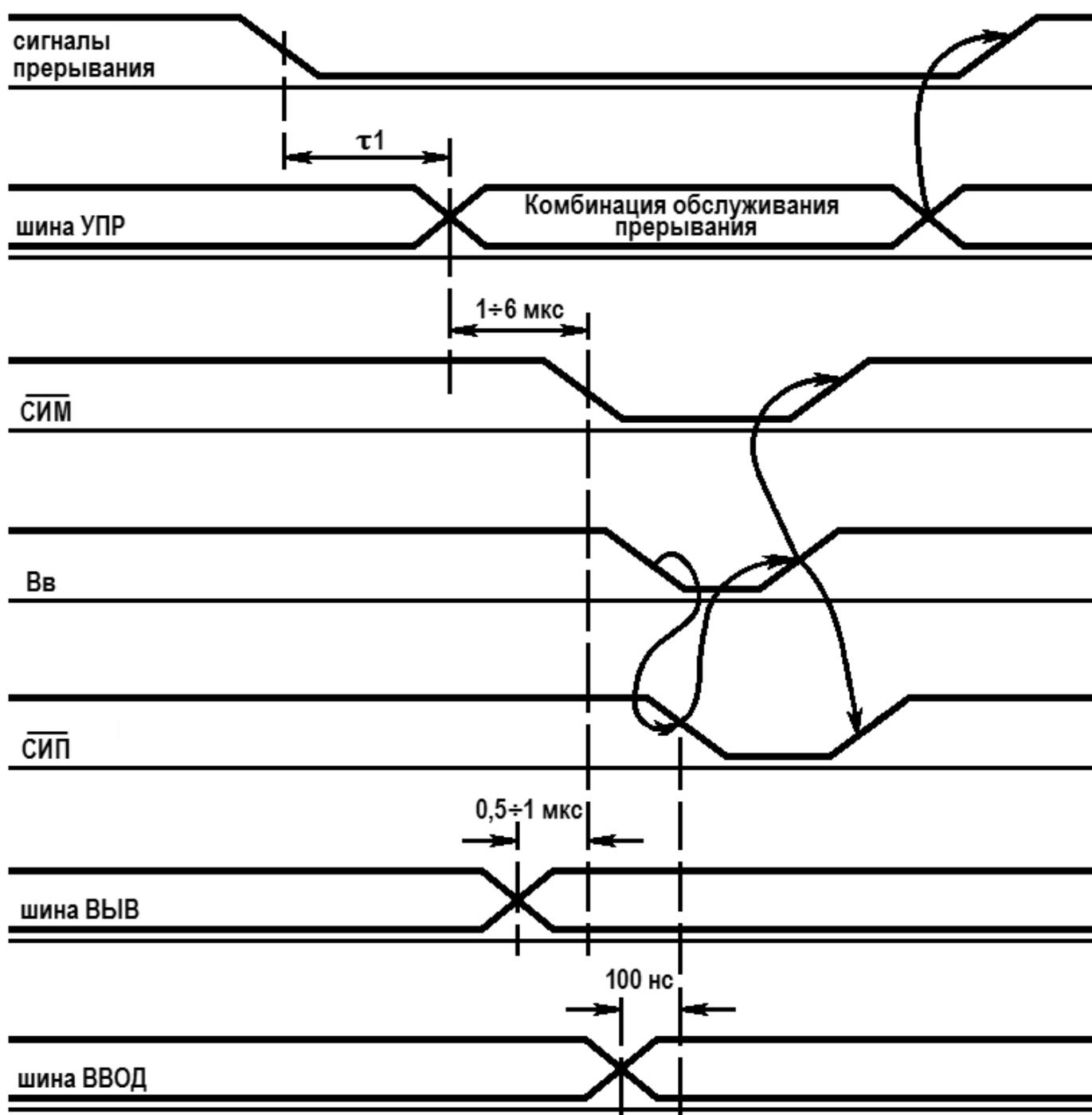
- ПУ запрашивает прерывание;
- по завершении выполнения текущей команды и

в случае, если данное прерывание не замаскировано, ДЗ-28 запоминает содержимое регистрового файла индексных регистров данных и программы, и приступает к выполнению программы обслуживания поступившего прерывания. В ходе выполнения программы обслуживания рекомендуется осуществлять обмен данными с ПУ, запросившим прерывание, как это описано в п. 8.5.2;

– осуществляется возврат к продолжению выполнения программы.

Временные диаграммы функционирования канала ВВОД-ВЫВОД при прерываниях приведены на рис. 42.

В основу объединения нескольких ПУ, вырабатывающих одинаковый сигнал прерывания, рекомендуется заложить следующие принципы:



Примечание: τ_1 – время до начала обработки прерывания

Рис. 42. Временные диаграммы функционирования канала ВВОД-ВЫВОД при прерываниях

- прерывание с опросом;
- прерывание по вектору.

В первом случае при помощи технических и программных средств осуществляется опрос каждого ПУ, пока не обнаружится то, которое запрашивает прерывание. Далее осуществляется переход на соответствующую подпрограмму обслуживания прерывания, которая и выполняет обмен данными.

При этом методе приоритет устройства определяется его местом в последовательности опроса.

При этом методе необходимо, чтобы сигнал прерывания каждого устройства соединялся при помощи вентиля **ИЛИ** с единственной линией прерывания. Эта линия подсоединяется к одной из линий прерывания ДЗ-28. При обработке прерывания сигнал прерывания каждого ПУ проверяется в соответствии с программно реализуемой последовательностью опроса.

Алгоритм простейшей процедуры программного опроса приведён на **рис. 43** для трёх устройств.

Поскольку приоритет каждого устройства определяется его местом в последовательности опроса, то устройство 0, несомненно, имеет наивысший приоритет.

Схема реализации программного опроса показана на **рис. 44**.

Общепринятый метод реализации опроса при помощи технических средств известен под названием дейзи-цепочки. При этом методе ранее описанная программная процедура опроса выполняется при помощи жёсткой логики. Схема реализации опроса прерывания по принципу дейзи-цепочки приведена на **рис. 45**.

При подтверждении запроса на прерывание сигнал подтверждения прерывания поступает на устройство 0, обладающее наивысшим приоритетом. Если запрос поступил от этого устройства, последнее идентифицируется при помощи шины **ВВОД**, и сигнал подтверждения на устройство 1 не поступит. Процедура повторяется до тех пор, пока не будет обнаружено ПУ, затребовавшее прерывание. При возникновении прерывания ДЗ-28 осуществляет цикл ввода. При этом адрес вектора прерывания будет служить сигналом подтверждения прерывания, а вводимые при этом данные – вектором прерывания, по которому производится переход к подпрограмме обслуживания прерывания.

Во втором случае ответом на запрос прерывания сигнал разрешения прерывания открывает вентили, выдавая адрес вектора прерывания.

Общая схема реализации прерывания по вектору показана на **рис. 46**.

Приоритетная система реализована за счёт подачи сигнала прерывания ПУ с высшим приоритетом на шину разрешения прерывания ПУ с более низким приоритетом.

Во всех рассмотренных примерах сброс триггеров запроса прерывания должен осуществляться в соответствии с временной диаграммой, показанной на **рис. 42** (см. п. 8.5.2).

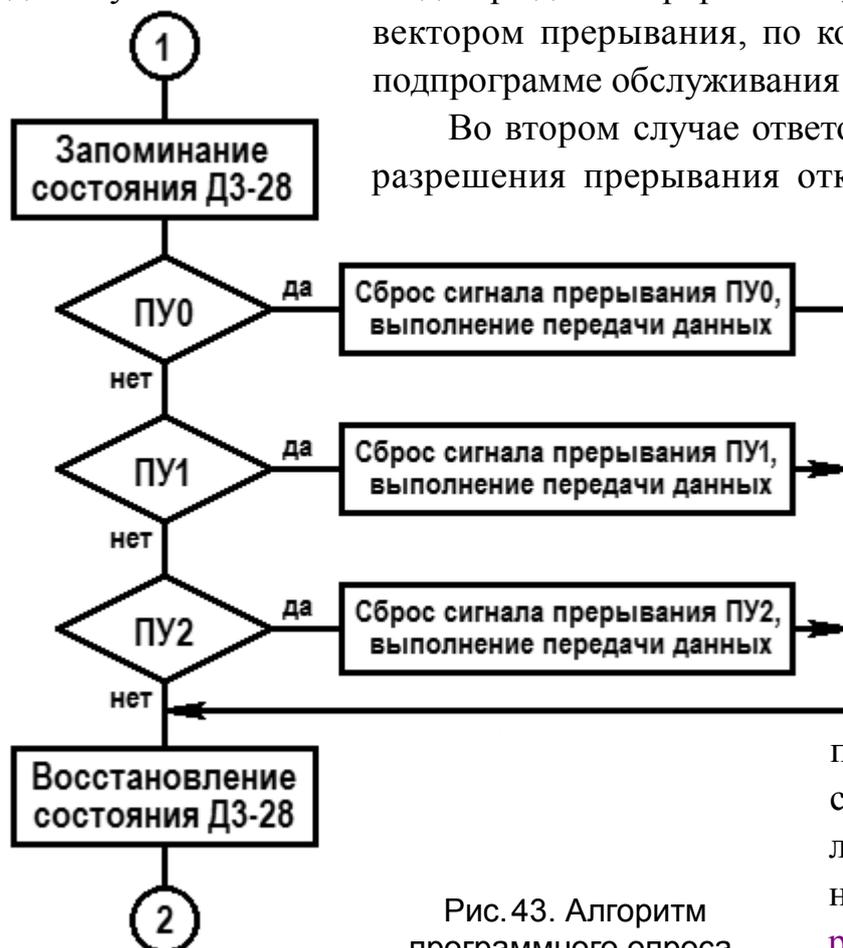


Рис. 43. Алгоритм программного опроса.

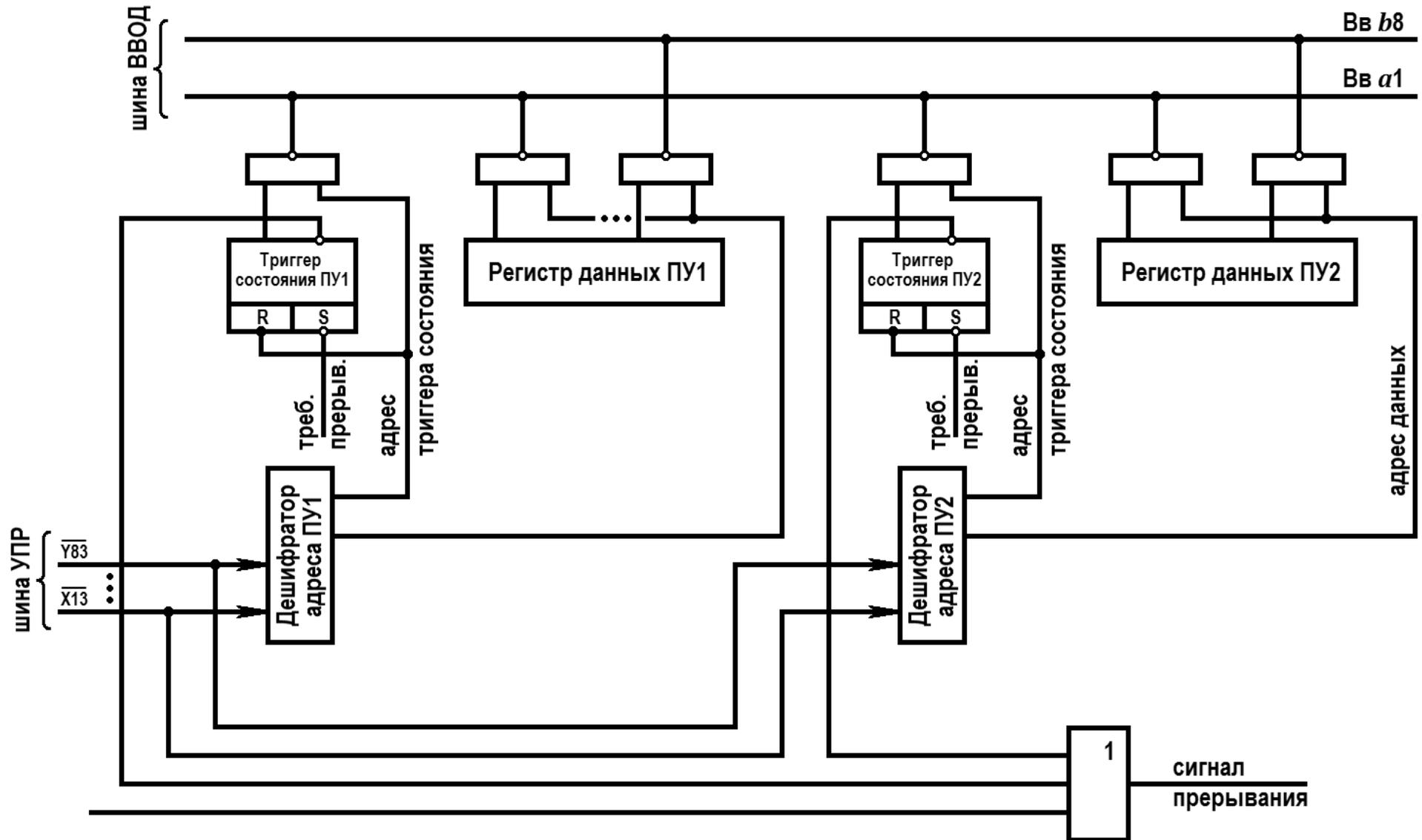


Рис. 44. Схема реализации прерывания при программном опросе.

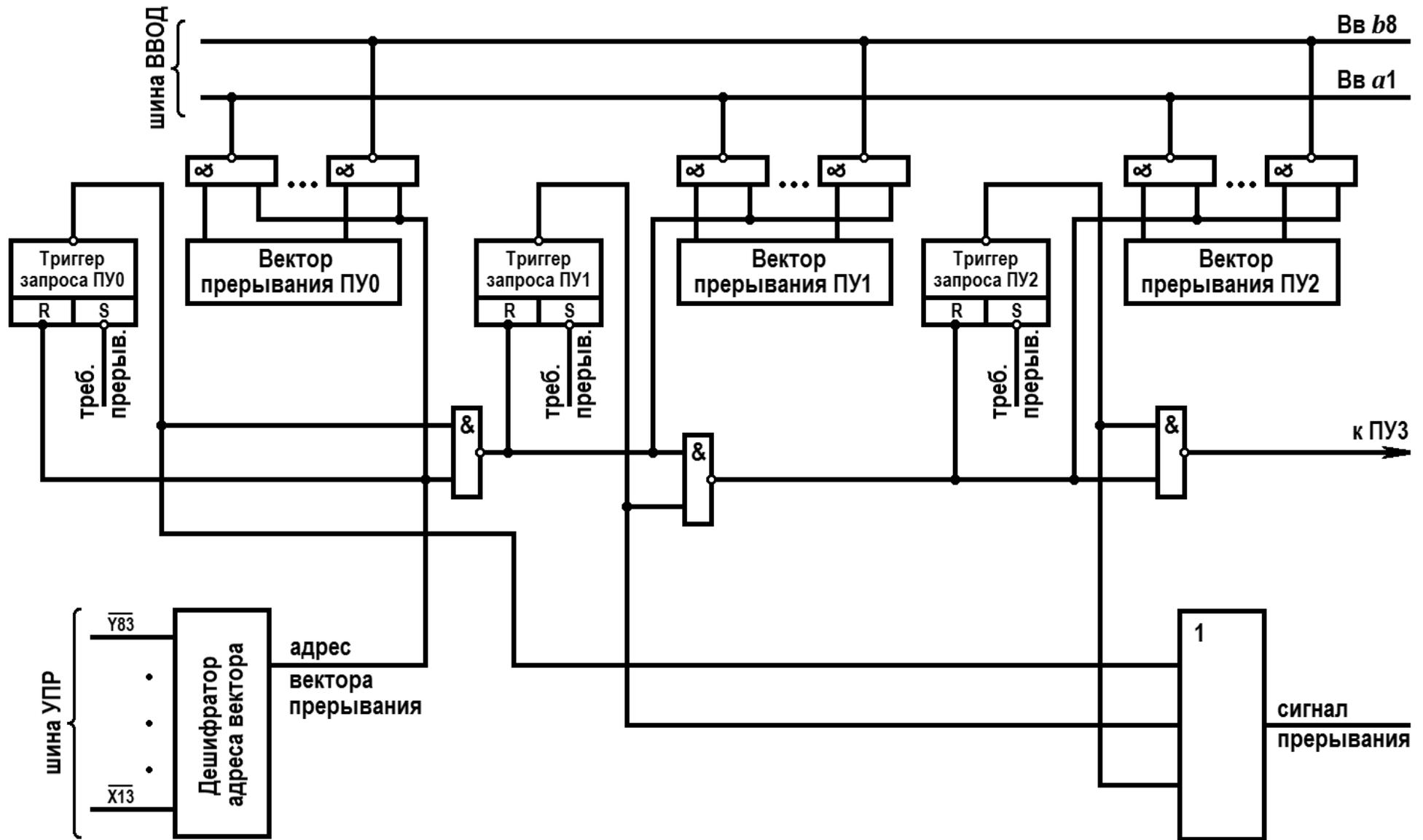


Рис. 45. Схема реализации прерывания при опросе по принципу дейзи-цепочки.

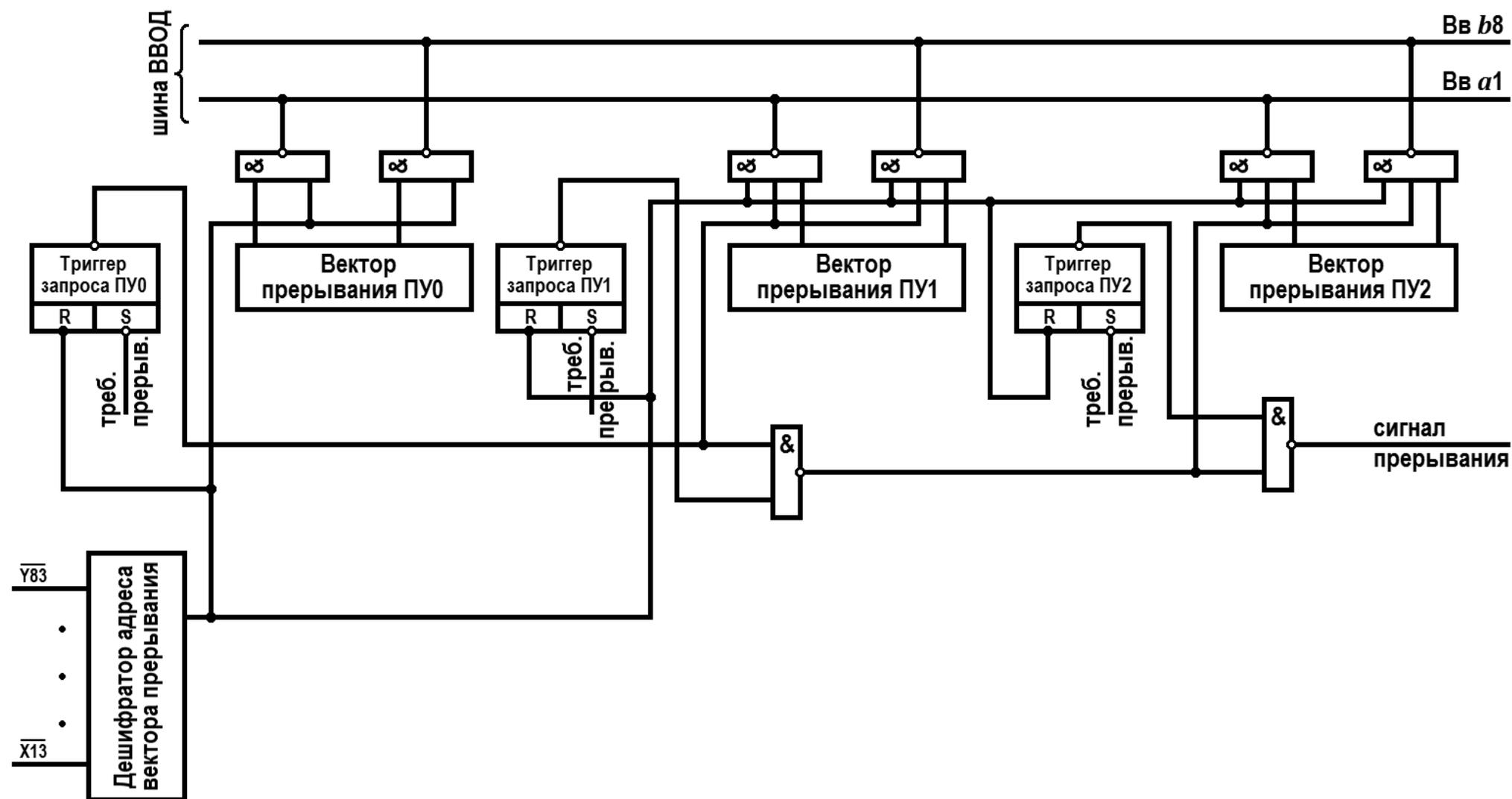


Рис.46. Схема реализации прерывания по вектору.

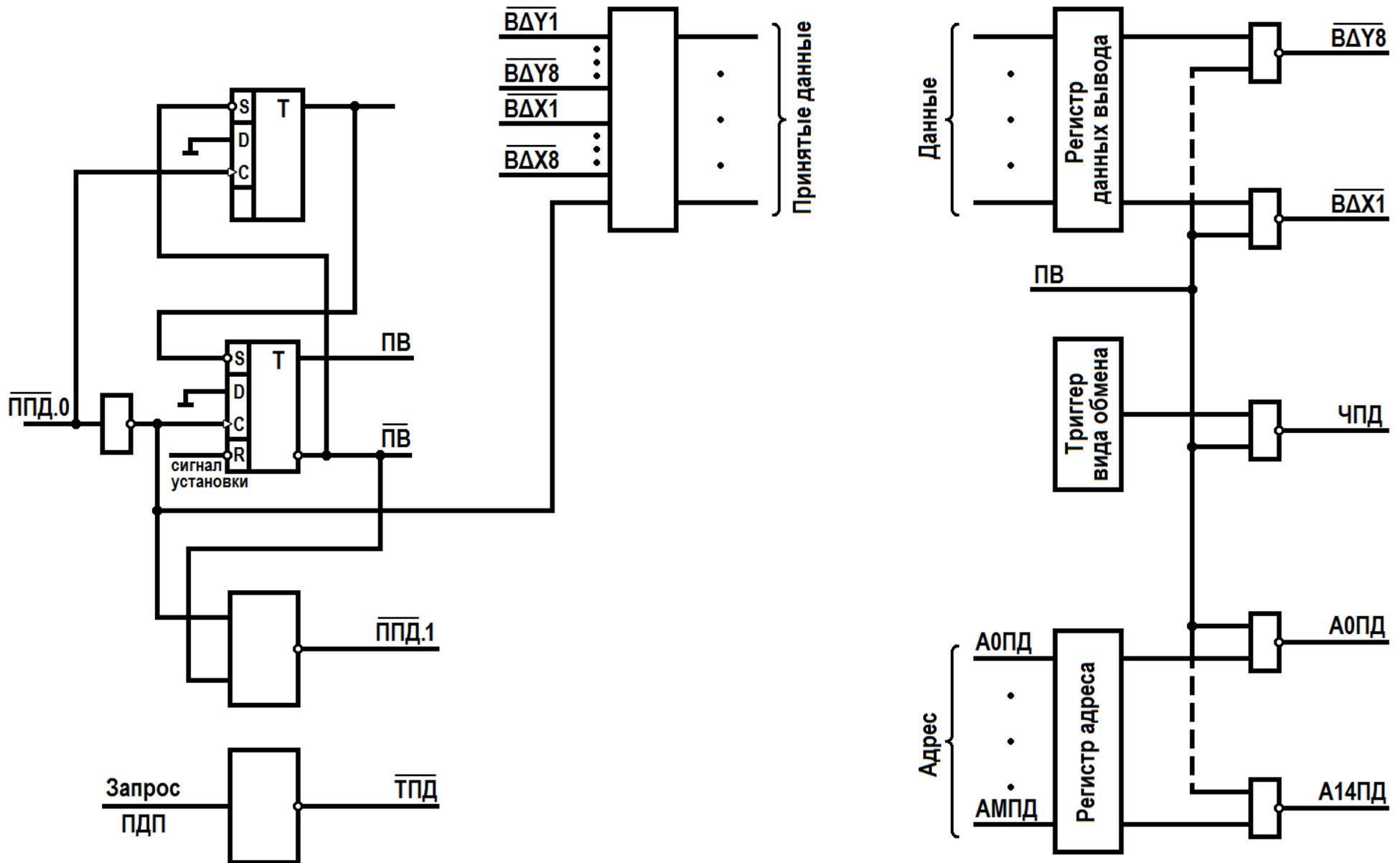


Рис. 47. Логика предоставления ПДП.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| Изм. | Номера листов (страниц) | | | | Всего листов (страниц) в докум. | № докум. | Входящий № сопроводительного документа и дата | Подпись | Дата |
|------|---|--|-----------------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------|---|---|----------|
| | изменённых | заменённых | новых | аннулированных | | | | | |
| 1 | 5,17,18,30, 35,40,44, 47,48,51, 52 | 3,5,7,8, 10,11,12, 13,34,54, 70,124 | 54а, 8,8 | 36,37,38, 71,72,73, 74 | | И51716-81 | |  | 26.11.81 |
| 2 | | 2,3,7, 10÷13,34, 54,15,21, 30,40, 48,106, 109,110 | 34а,34б, 34б,35а, 43а | | | И5545-83 | |  | 10.8.83 |
| 3 | 10,11,12,13, 87,106 | | | | | ПЕЛ537-84 | |  | 18.1.85 |

