

29/x-70

B-654

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P10 - 5322



Ю.Г. Войтенко, В.Д. Инкин,
Ю.А. Каржавин, В.М. Котов

БЛОК УПРАВЛЕНИЯ БУФЕРНЫМ
ЗАПОМИНАЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ
СКАНИРУЮЩЕГО АВТОМАТА

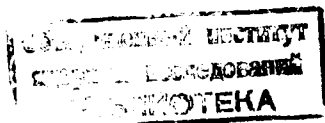
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
И АВТОМАТИЗАЦИИ

P10 - 5322

Ю.Г. Войтенко, В.Д. Инкин,
Ю.А. Каржавин, В.М. Котов

**БЛОК УПРАВЛЕНИЯ БУФЕРНЫМ
ЗАПОМИНАЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ
СКАНИРУЮЩЕГО АВТОМАТА**

Направлено в ПТЭ



8533/2 4p

ВВЕДЕНИЕ

Буферное запоминающее устройство (БЗУ) входит в состав электронной аппаратуры сканирующего автомата (СА) для измерения фотографий с пузырьковых камер. Оно предназначено для накопления данных, поступающих из отсчетного канала, и последующей передачи их в оперативную память ЭВМ СДС-1604А для дальнейшей обработки.

Объем и временные характеристики БЗУ определяют такие важные показатели СА, как разрешающая способность и скорость измерения.

1. ОПИСАНИЕ ОБЩЕЙ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ БУФЕРНОЙ ПАМЯТИ СА

Структурная схема буферной памяти приведена на рис. 1. Буферная память состоит из следующих блоков:

1. Накопитель на тонких магнитных пленках с усилителями записи и считывания и адресным дешифратором.
2. Адресная часть.
3. Сумматор и выходной регистр.
4. Блок управления режимами работы.

1.1. Накопитель.

Накопитель выполнен на тонких магнитных пленках и имеет следующие параметры:

емкость 128 24-разрядных слова, цикл записи равен циклу считывания и составляет 0,7 мксек.

20 разрядов слова используются для записи измеряемых координат, 4 разряда являются служебными признаками.

Более подробное описание накопителя дано в работе^{/2/}.

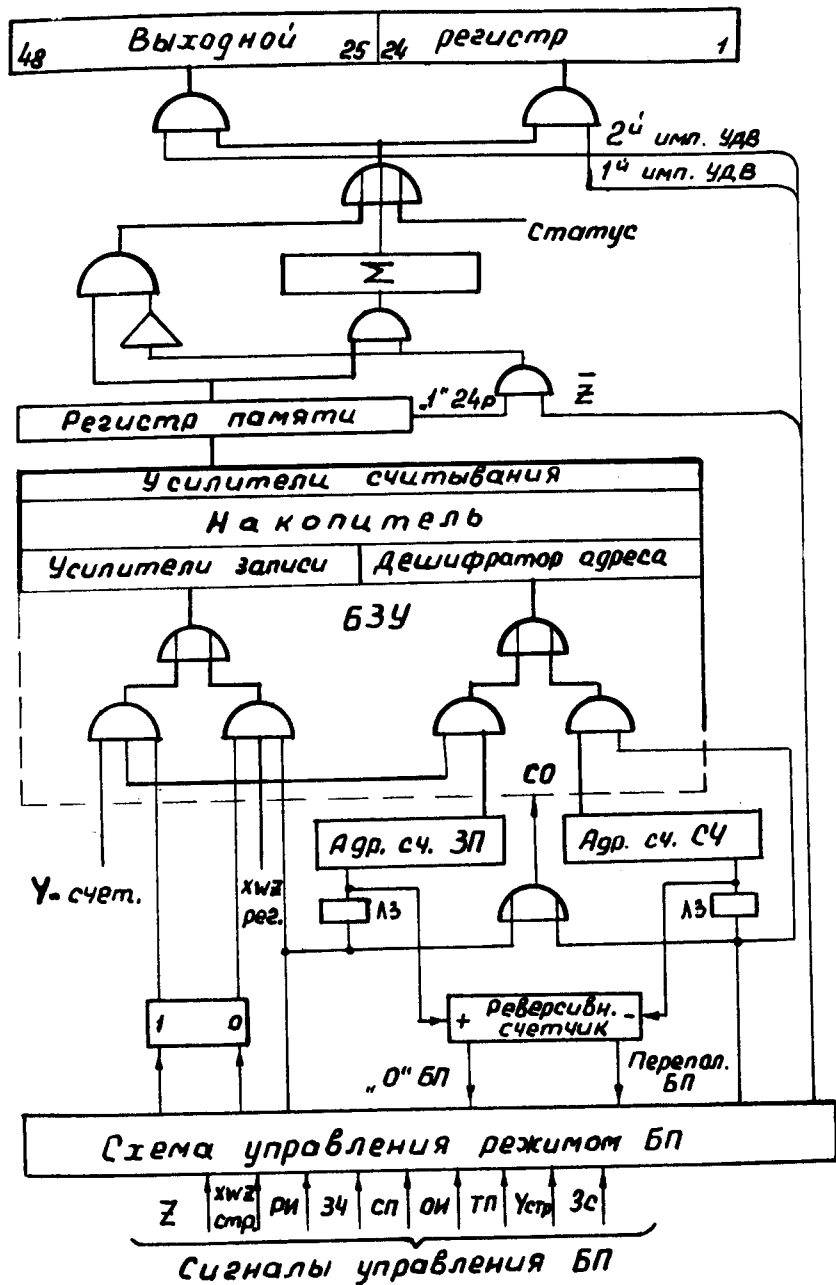


Рис. 1

1.2 Адресная часть.

Для обеспечения чередующего режима записи и считывания используются два адресных счетчика.

На адресный счетчик записи поступает сигнал ЗП, на адресный счетчик считывания – импульс СЧ. Режим работы адресных счетчиков записи и считывания одинаков. При поступлении импульса ЗП (или СЧ) происходит запись (или считывание) по адресу, соответствующему содержанию счетчиков, затем через $T = 0,5$ мксек содержимое счетчиков увеличивается на 1, т.е. подготавливается следующий адрес.

Для регистрации количества слов в памяти используется реверсивный счетчик. На суммирующий вход реверсивного счетчика поступают импульсы ЗП, на вычитающий вход – импульсы СЧ. На реверсивном счетчике формируются сигналы, управляющие работой буферной памяти. Сигнал "0" буферной памяти прекращает режим считывания, сигнал "переполнение буферной памяти" блокирует режим записи.

Содержимое реверсивного счетчика может передаваться в ЭВМ в составе статусного слова, характеризующая состояние буферной памяти в текущий момент.

1.3. Форматы слов буферной памяти.

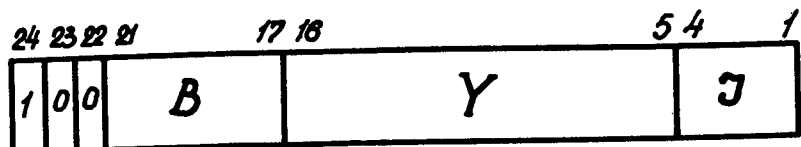
В буферную память заносятся значения координат $Y, Y_{пол}, X, W$ и значения статусного слова.

Значения разрядов (см. рис. 2), содержащих $Y, Y_{пол}, X, W$, следующие:

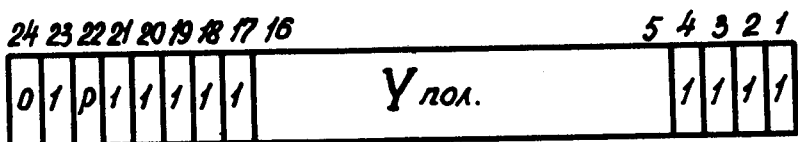
Координаты Y

Разряды с 1 по 4 содержат значения 4-х младших разрядов интерполяционного счетчика, цена младшего разряда – 1,6 мкм. В разрядах с 5 по 16 содержатся показания Y-счетчика, цена деления младшего разряда которого – 25 мкм.

а) Формат слова Y координаты



б) Формат слова Y max.



в) Формат слова X(W) координаты

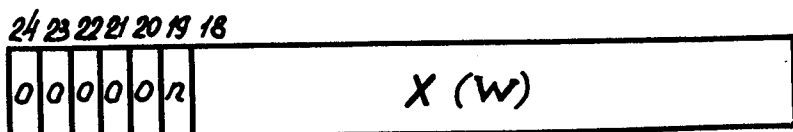


Рис. 2
6

Разряды с 17 по 22 содержат значения старших разрядов интерполяционного счетчика, а 24 разряд содержит логическую "1", которая является признаком Y.

Координата Y пол.

Разряды с 1 по 4 имеют значение "0".

В разрядах с 5 по 16 находится значение контрольной координаты.

Разряды с 17 по 21 имеют значение "1".

22 разряд используется для хранения признака переполнения БЗУ (p), если оно возникает.

23 разряд содержит логическую "1", являющуюся признаком Y пол.

24 разряд имеет значение "0".

Координата X (W)

В разрядах с 1 по 18 содержится значение координат X или W, цена младшего разряда - 2,5 мкм.

19 разряд имеет значение "1" для той координаты X или W, которая является переменной. Измерительный стол в процессе сканирования может перемещаться или по направлению X или по направлению W /1/. Остальные разряды имеют значение "0".

Г.4. Сумматор и выходной регистр.

Выходная часть буферной памяти состоит из выходного регистра и сумматора. При считывании информации из буферной памяти выполняются две операции:

1. Удвоение формата выходного слова.
2. Вычисление Y координаты.

Передача информации в ЭВМ осуществляется 48-разрядными словами, разрядность же буферной памяти равна 24. Режим удвоения формата обеспечивает занесение первого слова буферной памяти в нижнюю половину выходного регистра (нижнее слово) и следующего слова буферной памяти — во вторую часть выходного регистра (верхнее слово).

Для этого используются импульсы занесения 1-го и 2-го слов, сформированные блоком управления режимом работы буферной памяти. Время удвоения формата равно 8 мксек. Режим удвоения позволяет сократить время связи ЭВМ со сканирующим автоматом.

Значение координаты Y представляется в виде показаний 2 счетчиков: счетчика Y и интерполяционного счетчика I . Координата трека может быть представлена так:

$$Y_{тр} = Y_0 - I, \quad \text{где}$$

Y_0 — показание Y -счетчика

I — показание интерполяционного счетчика. Операция $(Y_0 - I)$ выполняется в суммирующем устройстве Σ , которое выполнено по схеме потенциального сумматора параллельного действия.

Управляющим сигналом для включения сумматора является сигнал "I" на выходе триггера 24 разряда выходного регистра памяти, который определяет признак Y координаты.

П. УПРАВЛЕНИЕ РАБОТОЙ БУФЕРНОГО ЗАПОМИНАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

При обработке на сканирующем автомате фотографий с пузырьковых камер вся информация, полученная в результате измерения, передается в ЭВМ через буферное запоминающее устройство. Этот процесс определяет основной режим работы БЗУ.

Для обеспечения передачи данных без искажений должны быть выполнены синхронизация и временное разделение процессов записи значений координат в БЗУ, а также последующее считывание их в оперативную память ЭВМ. Разделение во времени этих процессов должно осуществляться с приоритетом процесса записи.

За время рабочего хода развертки, длительность которого равна 2 мсек, в отсчетном канале СА /3/ может регистрироваться до 100 значений координат Y . Так как скорость приема данных в ЭВМ по буферному каналу составляет примерно 30 кгц, то за время обратного хода развертки ($T_{обр.} = 0,5$ мсек) невозможно передать в ЭВМ информацию, накопленную в течение рабочего хода развертки. Поэтому для работы без переполнения БЗУ необходимо производить считывание во время рабочего хода развертки.

Сигнал, по которому производится регистрация Y -координаты, синхронизирован во времени частотой сигналов, получаемых при сканировании амплитудной измерительной решетки. Поэтому решение задачи разделения во времени процессов записи и считывания упрощается, если все процессы, связанные со считыванием значений Y -координат во время рабочего хода развертки, синхронизируются так называ-

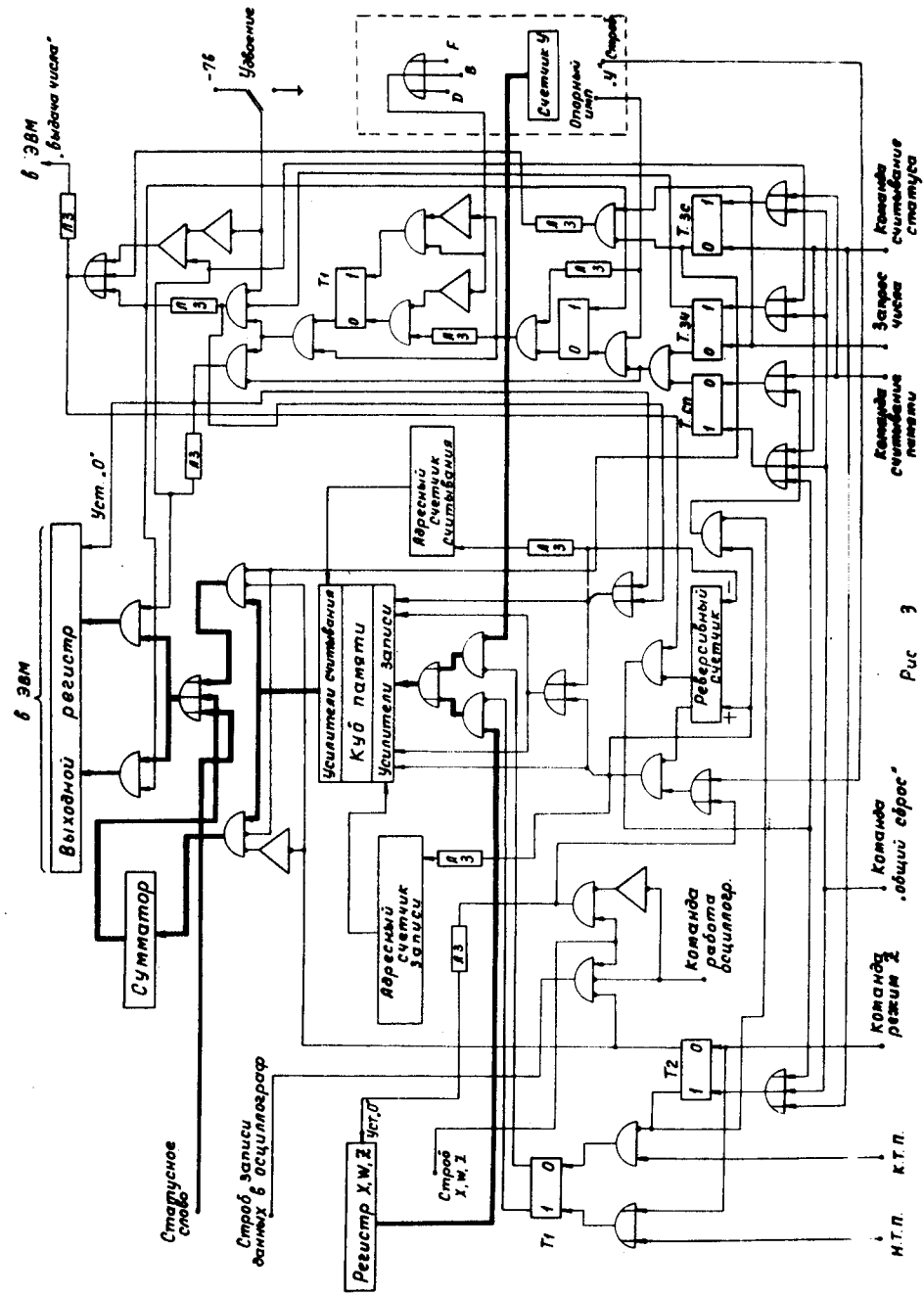
емыми "опорными" импульсами, жестко привязанными по времени и частоте к решетковым сигналам.

В этом случае для обеспечения приоритета записи запрещается прохождение опорных импульсов на вход схемы считывания на время, необходимое для записи Y -координат в БЗУ.

2.1. Организация записи данных во время сканирования.

Подробно рассматривается процесс записи значений координат точек пересечения сканирующего пятна со следом события на пленке. Командным сигналом для этого является Y -строб, вырабатываемый в отсчетном канале СА и формирующий в блоке управления работой БЗУ сигналы обращения (СО) и записи (ЗП), по которым, в свою очередь, вырабатывается "Сигнал опроса" кодовых шин и производится занесение в накопитель показаний Y -счетчика (рис. 3). В связи с тем, что во время рабочего хода развертки в накопитель заносятся только коды координаты Y , выходы усилителей записи в течение "светлого" периода подключены к выходным шинам Y -счетчика. Для этой цели используется триггер Т1 (рис. 3), который по сигналу "конец темного периода" подключает к усилителям записи выходные шины Y -счетчика, а сигналом "начало темного периода" отключает их.

Выбор адресной шины накопителя осуществляется по показаниям адресного счетчика записи. После окончания процесса записи значения данной Y координаты с временной задержкой $\tau = 0,6 \mu\text{сек}$, содержимое адресного счетчика записи увеличивается на "1", подготавливая тем самым значение следующего адреса записи. Адресный



счетчик записи выполнен по параллельной схеме на элементах Тг3 и И3, принципиальные схемы которых даны в работе /4/. Логическая схема адресного счетчика записи приведена на рис. 4.

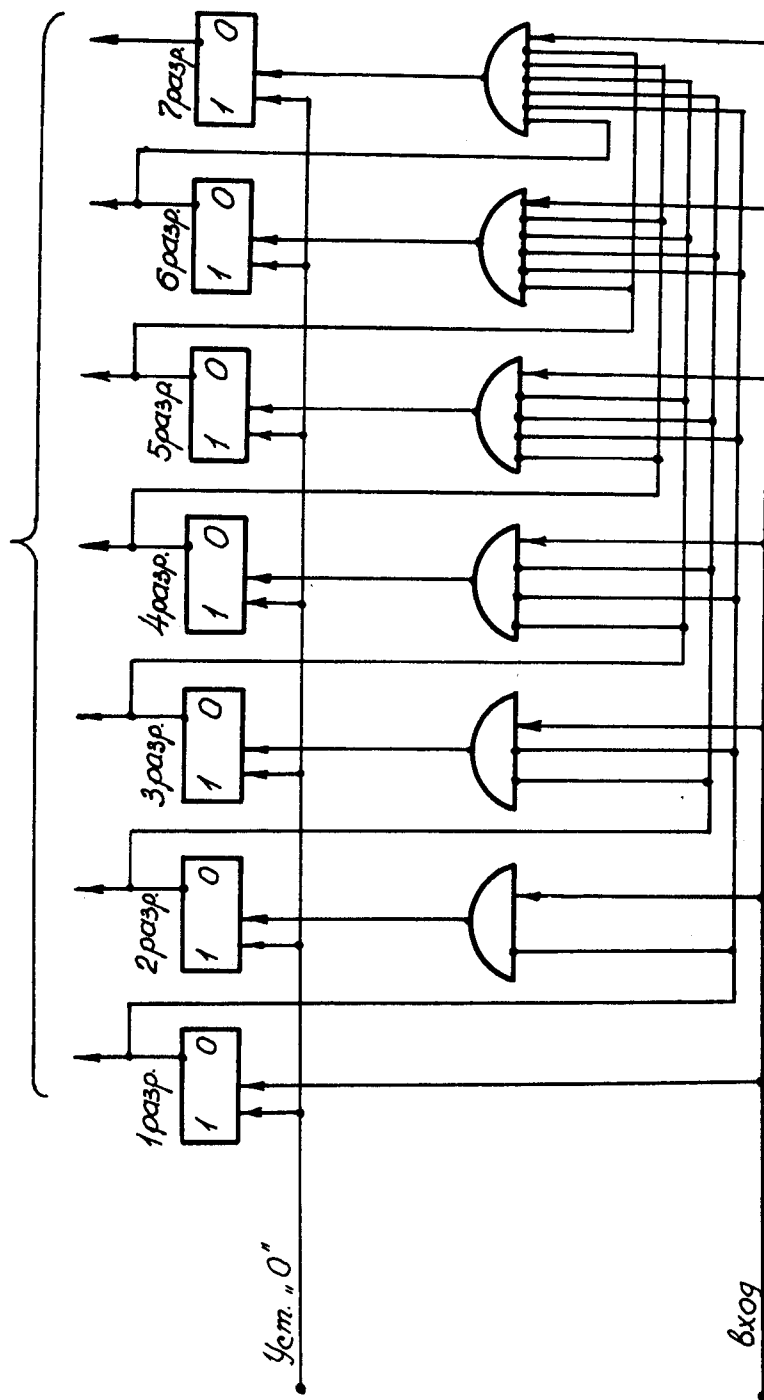
Одновременно с увеличением показания адресного счетчика записи увеличивается содержимое так называемого реверсивного счетчика, по показаниям которого можно судить о количестве слов, находящихся в накопителе. Так как процесс записи значений Y координат имеет высший приоритет по отношению к процессу считывания, то во время сканирования при большой плотности информации, поступающей из отсчетного канала, количество слов, записанных в БЗУ, может стать равным 117 .

В этом случае вырабатывается сигнал "Запрет записи Y ", по которому прекращается дальнейшая запись значений Y координат (рис. 3) и разрешается считывание информации из БЗУ, в начале "темного периода" в накопитель записывается значение координаты $Y_{пол.}$, 22 разряд кода которой будет содержать логическую "1", являющуюся признаком переполнения "P".

Запись значений контрольной координаты $Y_{пол.}$ производится сигналом "начало темного периода", по которому после временной задержки $T = 2$ мксек в отсчетном канале вырабатывается сигнал $Y_{пол. строб}$. Этот импульс проходит те же цепи, что и Y строб, и с его помощью осуществляется занесение показаний Y -счетчика в накопитель. В 23 разряде числа, которое в этом случае записывается в БЗУ, содержится логическая "1", являющаяся признаком координаты $Y_{пол.}$.

Значение координаты $Y_{пол.}$ соответствует количеству решеточных сигналов, поступивших в отсчетный канал в течение одного ра-

В адресный дешифратор



бочего хода развертки. Это число является постоянным и изменение его величины говорит о неисправной работе отсчетного канала.

После окончания процесса записи координаты $Y_{пол}$ триггер Т1 (рис. 3) устанавливается в положение "0", а выходные шины счетчика отключаются от усилителей записи. Одновременно с этим в блок управления перемещением стола поступает сигнал, означающий, что к усилителям записи БЗУ подключены выходные шины X , W , Z регистра этого блока.

После временной задержки, определяемой временем переходных процессов в счетчиках X (W), блоком управления перемещением стола передается последовательно 2 строба - X строб и W строб. Каждый из этих сигналов является командным для записи показаний X , W , Z регистра в накопитель.

Стробирование показаний X , W , Z регистра производится дважды и после окончания процесса занесения содержимого регистра в накопитель регистр X , W , Z устанавливается в состояние "0".

Работа адресного счетчика записи и реверсивного счетчика в этом режиме ничем не отличается от режима работы в режиме записи значений Y -координат, а разделение во времени процессов записи и считывания происходит автоматически, так как решетчатые сигналы в течение времени записи координат $Y_{пол}$, X , W отсутствуют и считывание невозможно.

2.2. Передача данных из БЗУ в оперативную память ЭВМ

Процесс считывания данных из БЗУ и последующая передача их по линии связи в ЭВМ происходит по командам программы управления.

Для того чтобы начать прием информации из БЗУ, программа управления посылает команду "считывание памяти" (СП). В приемном блоке СА эта команда дешифрируется, и в устройство управления работой БЗУ подается импульс, по которому триггер "СП" устанавливается в состояние "1" (рис. 5). Через задержку $\tau = 1$ мксек этим же импульсом устанавливается в "1" триггер "запрос числа". Такая последовательность операций выполнения начала передачи данных в ЭВМ связана с тем, что состояние триггера "Запрос числа" изменяется каждый раз при передаче двух слов из БЗУ в оперативную память ЭВМ. Триггер "Считывание памяти" остается в состоянии "1" в течение всего времени считывания данных из БЗУ и устанавливается в состояние "0" только сигналом "Буферная память полностью очищена" или командой "Запрос статуса".

Сигналы с выходов триггеров "СП" и "ЗЧ" подаются на потенциальный вход схемы совпадения И1 (рис. 5), на импульсный вход этой же схемы поступают опорные импульсы считывания с частотой $f = 125$ кГц. Выходной сигнал этой схемы подается на вход триггера (рис. 5) Т₂, выход которого соединен с потенциальным входом другой схемы совпадения И2. Если стробированный импульс с выхода схемы И1 заставит сработать триггер Т2 и разрешающий потенциал на входе схемы И2 установится, то задержанный нестробированный опорный импульс считывания, поступающий на импульсный вход И2, пройдет через эту схему совпадения и на выходе её возникнет стандартный сигнал.

Если потенциальный разрешающий сигнал на входе схемы И1 совпадает во времени с опорным импульсом считывания и на выходе этой схемы появится нестандартный сигнал, недостаточный для срабатывания триггера Т2, то данный задержанный опорный импульс считывания

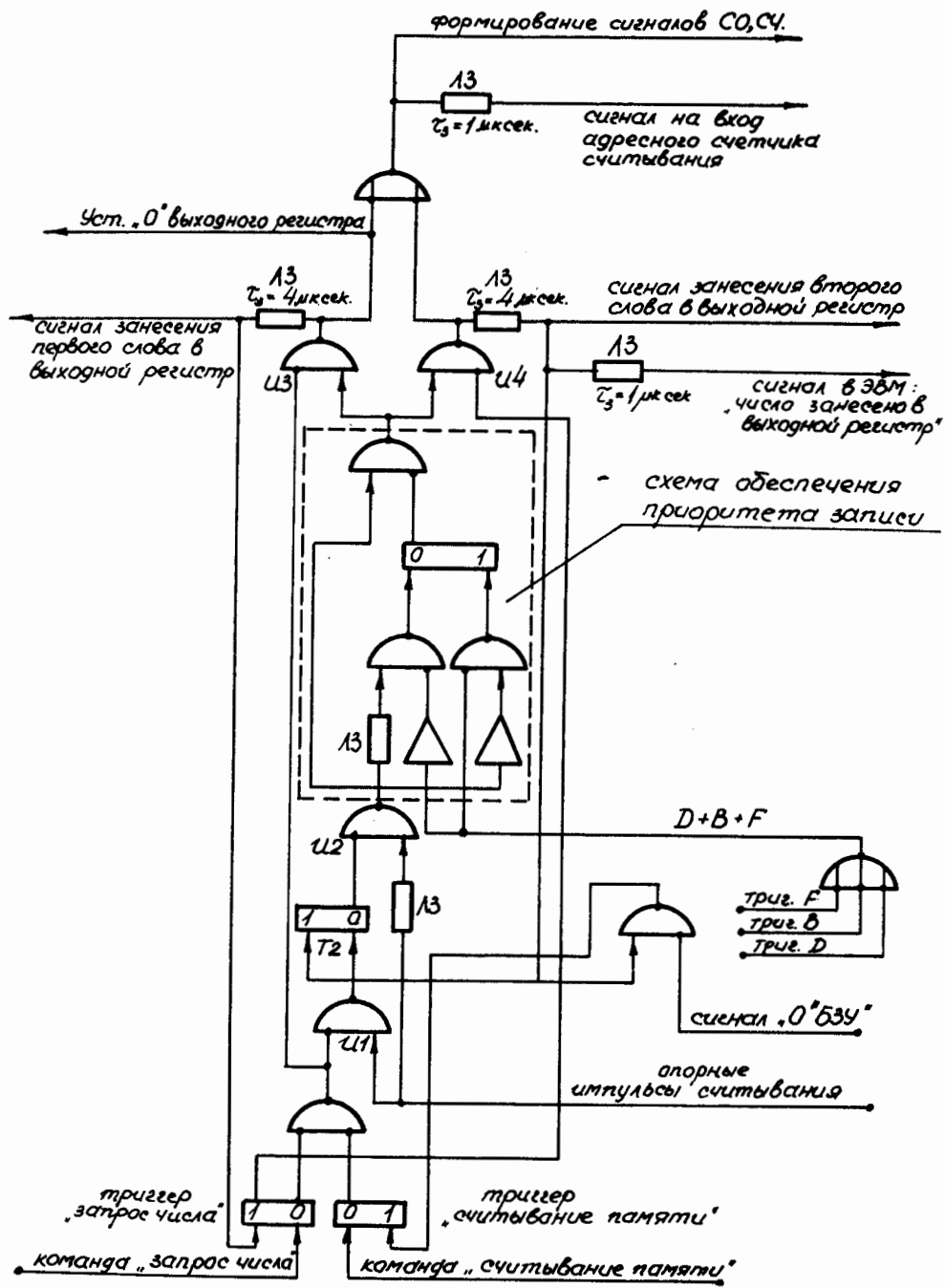


Рис. 5

не пройдет через схему совпадения И2 и только следующий опорный импульс выдаст на выходе схемы И2 стандартный сигнал. Этот импульс подается в схему формирования сигналов считывания в светлый период, обеспечивающую приоритет записи, которая подробно описана в /2/.

Если считывание разрешено, то опорный импульс считывания, прошедший через схему обеспечения приоритета записи, приходит на импульсные входы схем совпадения И3 и И4 (рис. 5). При считывании первого слова потенциальный сигнал разрешения подается только на схему И3. Выходным сигналом схемы И3 формируется сигнал обращения (СО) и сигнал считывания (СЧ), необходимые для считывания одного 24-разрядного слова из БЗУ в регистр памяти (рис. 3). Считывание числа производится по адресу, значение кода которого содержится в адресном счетчике считывания. Затем, после задержки на 1 мксек, содержимое адресного счетчика считывания увеличивается на 1, чем и подготавливается следующий адрес считывания. Одновременно с этим показание реверсивного счетчика уменьшается на 1, фиксируя то, что количество слов, находящихся в накопителе, уменьшилось на одно. Кроме того, этим импульсом производится установка в нулевое положение выходного регистра СА, и после задержки на 4 мксек стробируется показание 24-разрядного регистра памяти для передачи его в 24 младших разряда выходного регистра СА. Этим же сигналом производится установка в "0" триггера "Запрос числа" и подается сигнал разрешения на потенциальный вход схемы совпадения И4, а схема И3 по потенциальному входу закрывается. Общее время выполнения всех перечисленных операций составляет 4 мксек и к моменту появления следующего опорного импульса считывания, период повторения которых $T=8$ мксек, переходные процессы в схемах будут закончены.

Так как после считывания первого слова триггер T2 (рис. 5) остается в состоянии "1", то второй опорный импульс считывания пройдет через схему И2 и поступит в блок обеспечения приоритета записи. Если записи в этот момент времени нет, то выходной сигнал схемы формирования сигналов считывания разрешит этому опорному импульсу пройти на импульсный вход схемы И4 (рис. 5). Выходным сигналом схемы И4 формируются следующие сигналы обращения и считывания, по которым происходит считывание второго 24-разрядного слова из БЗУ в регистр памяти. Через 1 мксек содержимое адресного счетчика считывания увеличивается на 1 и через 4 мсек показание 24-разрядного регистра памяти переносится в 24 старших разряда выходного регистра. Одновременно с этим триггер T2 (рис. 5) устанавливается в положение "0" и схема И2 закрывается.

Через задержку в 1 мксек в ЭВМ подается сигнал "Число записано", по которому ЭВМ вырабатывает следующий сигнал "Запрос числа", и цикл повторяется вновь.

Если из БЗУ считывается последнее слово, то триггер "СП" сбрасывается в состояние "0" и цикл считывания останавливается. Первым числом, записанным в БЗУ, триггер "СП" вновь устанавливается в состояние "1", и цикл считывания может возобновиться.

Во время обратного хода светового пятна решетковые сигналы отсутствуют, поэтому для считывания используются импульсы генератора, стробируемого "Темным периодом", а в остальном цикл считывания полностью идентичен циклу считывания в светлый период.

2.3. Режим контроля работы БЗУ (режим \bar{X})

В тестовую программу контроля работы СА входит подпрограмма контроля работы БЗУ. При помощи этой программы из ЭВМ в БЗУ записываются 24-разрядные числа. После прохождения всех каналов записи эти числа могут быть считаны в ЭВМ. Сравнение значений координат чисел, переданных из ЭВМ и полученных обратно, позволяет не только судить о наличии (или отсутствии) ошибок в работе БЗУ, но и определять причину неисправности.

Для записи данных из ЭВМ в режиме \bar{X} программа управления посылает команду П1, которая дешифрируется в приемном блоке СА и по шине "режим \bar{X} " (рис. 3) поступает в блок управления работой БЗУ.

Процесс записи контрольной координаты состоит из следующих логических операций:

Триггер " \bar{X} " устанавливается в состояние "1", сумматор отключается, а сигналом триггера П1 (рис. 3) разрешается опрос только выходных шин X, W, \bar{Z} - регистра. Так как в режиме \bar{X} желательно проверить весь объем БЗУ, то следующей командой после \bar{Z} должна быть команда "Установка в "0" БЗУ", по которой адресные счетчики сбрасываются в положение "0".

Такая последовательность команд управления вызвана тем, что необходимо снять запрет на запись контрольной координаты \bar{Z} в ту часть БЗУ, которая отведена для хранения значений координат "маски" и в обычном режиме записи не участвует.

После команды "Установка в "0" БЗУ" по каждой команде \bar{Z} режима, приходящей из ЭВМ, формируются сигналы С0 и ЗП, необходимые

для записи числовой информации из регистра X , W , Z в накопитель.

При полном заполнении буферной памяти, т.е. после того как в неё записаны 128 24-разрядных чисел, в адресной части блока управления работой БЗУ вырабатывается сигнал "Переполнение" и запрещается дальнейшая запись информации в БЗУ.

Считывание записываемой информации может осуществляться в 2 режимах:

а) Если триггер Z (рис. 3) находится в состоянии "1", то сумматор отключается и производится непосредственная передача в ЭВМ тех кодов чисел, которые были записаны в БЗУ. Считывание может осуществляться как в режиме удвоения формата, так и без него. После считывания из БЗУ последнего числа триггер сбрасывается в положение "0".

б) Для того чтобы произвести контроль работы сумматора, необходимо перед началом считывания информации из БЗУ установить триггер режима Z в положение "0" командой "Запрос статуса". Затем программой управления посылается команда "Считывание памяти", по которой начинается передача информации в ЭВМ. Так как запрет на подключение сумматора отсутствует, то те числа, которые на выходе БЗУ имеют в 24 разряде логическую "1", будут подаваться на вход сумматора, а затем на выходной регистр СА.

Формат слова на выходе сумматора будет представлять собой некоторую контрольную величину, у которой содержимое разрядов с 1 по 4 и с 17 по 24 будут соответствовать значению этих разрядов в слове БЗУ. В разрядах с 5 по 16 будет находиться контрольная

сумма двух двенадцатиразрядных слагаемых. Первое слагаемое будет иметь код, содержащийся в разрядах с 5 по 16 слова БЗУ; значение пяти младших разрядов второго слагаемого будет совпадать со значением кода, содержащегося в разрядах с 17 по 21, а старшие разряды будут иметь значения логической "1". Кроме того, к сумме будет прибавлена единица переполнения разрядной сетки сумматора, если таковая возникнет. Получение такой суммы связано с особенностями работы отсчетного канала /2/.

Значения контрольных сумм считываются в ЭВМ, и с помощью программы управления, зная ранее записанные числа, можно определить качество работы сумматора.

2.4. Режим "Запрос статуса".

Информация о состоянии отдельных узлов СА во время сканирования может быть передана в ЭВМ в виде 24-разрядного числа, называемого "статусным словом", значение каждого разряда которого соответствует определенному состоянию отдельных блоков СА.

В процессе сканирования состояние отдельных блоков может меняться, и в соответствии с этим изменяется "содержимое" статусного слова.

Формирование статусного слова, запись его в выходной регистр и передача в ЭВМ осуществляется командой "Запрос статуса". В связи с тем, что информация из СА передается в ЭВМ по одному буферному каналу, режимы "Считывание памяти" и "Запрос статуса" несовместимы по времени. При передаче в ЭВМ значения "Статусного слова" режим "Считывание памяти" снимается, и на вход 24-х младших разрядов 48-разрядного выходного регистра СА подается код "Статусно-

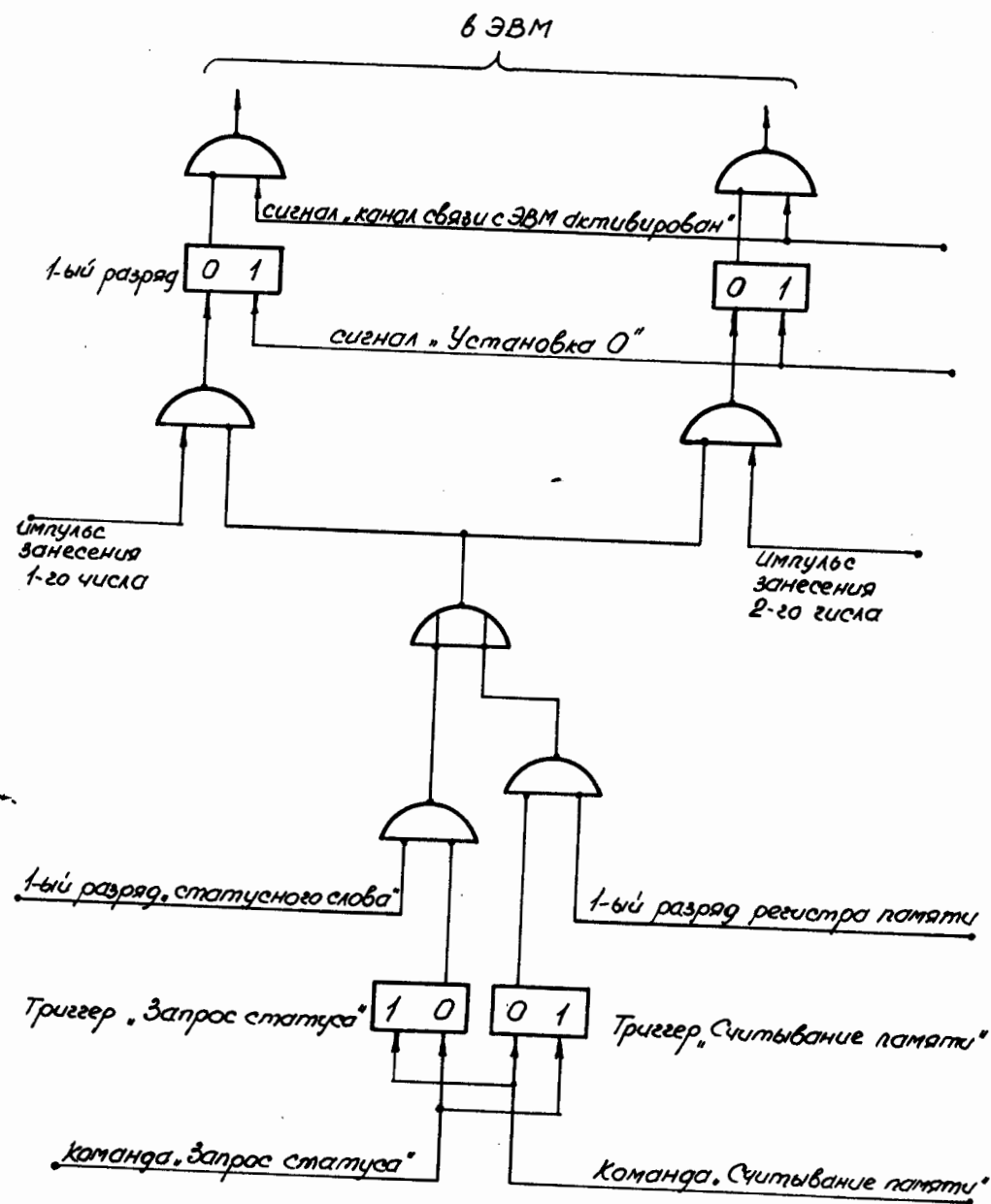


Рис. 6

го слова" (рис. 6). После занесения этой информации в выходной регистр формируется сигнал ответа "Число записано", по которому содержимое выходного регистра передается в ЭВМ.

III. СУММАТОР И ВЫХОДНОЙ 48-РАЗРЯДНЫЙ РЕГИСТР

Координата точки пересечения сканирующего пятна со следом события регистрируется в отсчетном канале в виде показаний 2 счетчиков: 12-разрядного Y счетчика и 9-разрядного интерполяционного счетчика I_2 .

Для получения значения Y координаты центра следа события необходимо из показания Y счетчика вычесть 5 старших разрядов интерполяционного счетчика (величина B).

Для экономии машинного времени эта операция производится в самом сканирующем автомате. Вычитание заменяется сложением в обратном коде, время выполнения которого составляет 3 мксек, что гораздо меньше времени передачи одного 48-разрядного слова в ЭВМ ($T_{пер} \approx 30$ мксек).

В результате этой операции на выходе сумматора формируется значение Y координаты, у которой 4 младших разряда представляют собой значение обратного кода 4 младших разрядов интерполяционного счетчика; 12 следующих разрядов содержат значения разности показаний счетчика Y и счетчика B ; в разрядах с I_7 по 23 включительно содержится "0", а 24 разряд имеет значение "1", которая является признаком Y координаты.

Из всех координат Y , $Y_{пол.}$, X , W , Z , передаваемых из БЗУ в ЭВМ, только координата Y преобразуется подобным образом.

Поэтому признак координаты Y является командным сигналом для подключения сумматора, а значение остальных координат передается из БЗУ непосредственно в выходной регистр и затем в ЭВМ. Для облегчения выполнения этой задачи сумматор был выполнен по потенциальной схеме. В этом случае при передаче значений координат $Y_{пол.}$, X , W , Z , значение вычитаемого представляется нулевым кодом и поэтому на выходных шинах сумматора будет получено значение разрядов регистра памяти, соответствующих уменьшаемому, содержимое которого в данном случае представляет собой код одной из координат X , W , Z , $Y_{пол.}$.

Как только на регистре памяти появится число, 24 разряд которого будет содержать значение "1", сумматор вновь подключается и происходит формирование координаты Y .

Для построения сумматора были использованы стандартные ячейки ЭВМ БЭСМ-4.

Таблица истинности трехходового сумматора следующая:

а	в	с	сумма	перенос
0	1	0	1	0
0	0	0	0	0
1	1	0	0	1
1	0	0	1	0
0	1	1	0	1
0	0	1	1	0
1	1	1	1	1
1	0	1	0	1

где: а, в - слагаемые,

c - значение переноса из предыдущего разряда сумматора.

Из таблицы истинности следует, что логические функции для суммы и переноса в нормальной конъюнктивной форме будут иметь вид:

$$s = abc + a'bc' + a'bc' + ab'c'$$

$$p = abc + abc' + ab'c + a'bc' *$$

Для потенциальных сигналов выполнение логических функций конъюнкции (дизъюнкции) на элементах ЭВМ БЭСМ-4 производится с инвертированием выходного сигнала. Поэтому для уменьшения объема электронной схемы сумматора выражение функций суммы и переноса преобразуем в такой вид, в котором используются легко реализуемые на двухходовых схемах НЕ-И повторяющиеся подфункции типа (\overline{ab}) и $(\overline{a'b'})$. Преобразование выражений (*) при помощи теорем булевой алгебры дает:

$$s = c'(a'b + ab') + c(ab + a'b') **$$

По этой же теореме преобразуем подфункции $a'b + ab' =$

$$\overline{a'b'} + \overline{a'+b} = \overline{(a+b')(a'+b)} =$$

$$\overline{aa' + a'b' + ab + bb'} = \overline{a'b' + ab}$$

Подставим в формулу ** преобразованное выражение, получим:

$$s = c'(\overline{a'b' + ab}) + c(\overline{ab + a'b'})$$

Воспользуемся опять теоремой Моргана:

$$s = c'(\overline{a'b'} \cdot \overline{ab}) + c(\overline{ab} \cdot \overline{a'b'}) = \overline{\overline{c'(a'b' \cdot ab)} + \overline{c(ab \cdot a'b')}} = \overline{\overline{c'(a'b' \cdot ab)} + \overline{c(ab \cdot a'b')}}$$

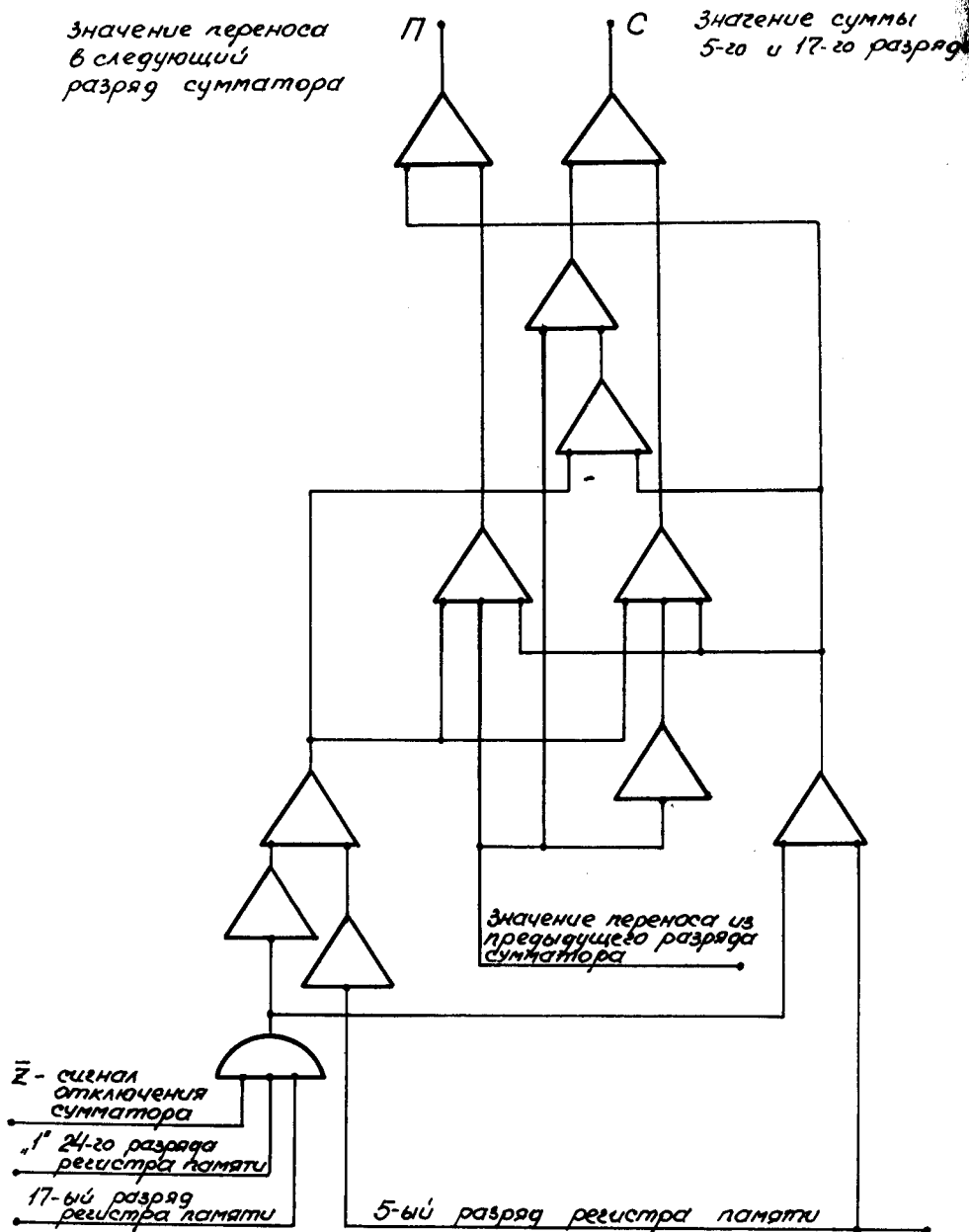


Рис. 7 26

В результирующем выражении все подфункции выражены в виде конъюнкций с отрицанием.

Преобразовывая подобным образом выражения для значения функции переноса, получим:

$$P = \overline{[C(\overline{ab})(\overline{a'b'})ab]}.$$

Из формулы видно, что для получения обеих функций используются итерации (повторяющиеся подфункции) вида:

$$\overline{ab}, \overline{a'b'}, \overline{C(\overline{ab})(\overline{a'b'})}.$$

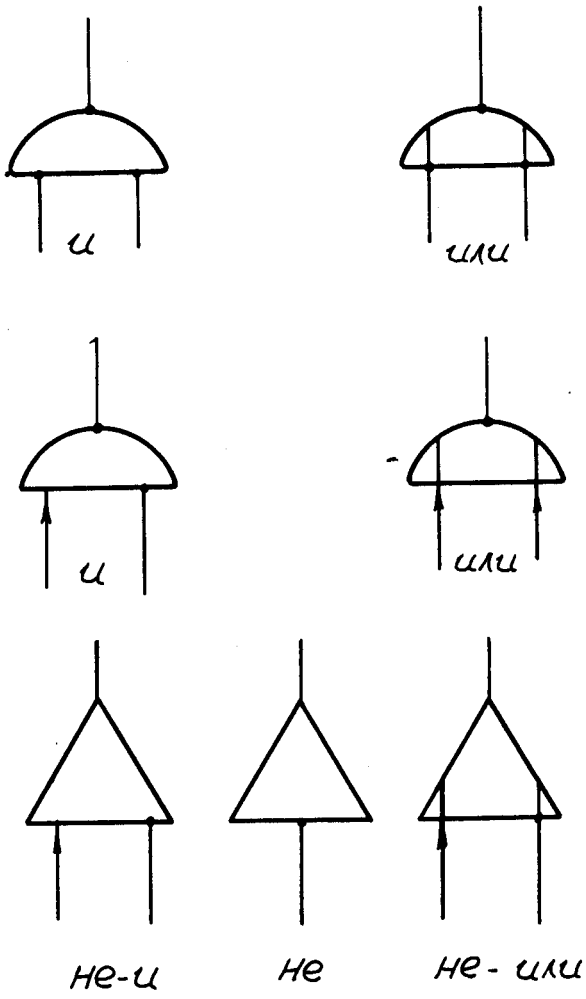
Логическая схема одного разряда сумматора приведена на рис. 7. Выходные шины сумматора соединены через схему сборки с входами 48-разрядного выходного регистра (рис. 6).

ЛИТЕРАТУРА:

1. В.Я.Алмазов, Ю.Г.Войтенко, В.В.Ермолаев, В.Д.Инкин, Ю.А.Каржавин, В.М.Котов, В.К.Ляпустин, М.Г.Мещеряков, А.Е.Селиванов, О.Хи.Ен, И.И.Скрыль, Ю.И.Сусов, В.И.Устинов. Препринт ОИЯИ 10-4513, Дубна, 1969 г.
2. А.Д.Бех, Ю.Г.Войтенко, Г.П.Жариков, В.Д.Инкин, Ю.А.Каржавин, В.М.Корсунский, Г.А.Михайлов. Препринт ОИЯИ 10-4525, Дубна, 1969 г.
3. В.Д.Инкин, Ю.А.Каржавин, В.М.Котов, В.К.Ляпустин, В.И.Устинов, Ю.И.Сусов. Препринт ОИЯИ 10-4770, Дубна, 1969 г.

Рукопись поступила в издательский отдел

13 августа 1970 года.



импульсные входы
 потенциальные входы

Таблица условных обозначений

Рис. 8