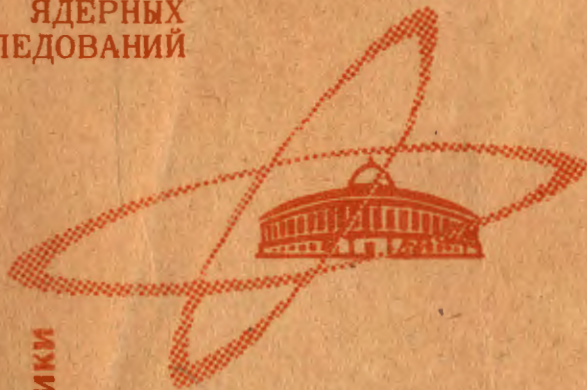


Е-741

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна



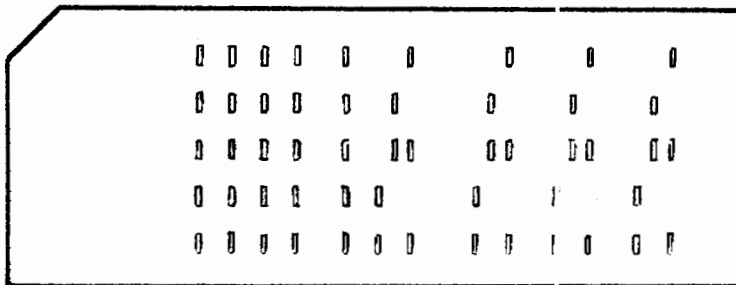
P10 - 5205

В.В. Ермолаев, В.Д. Инкин, Ю.А. Каржавин,  
В.Ф. Рубцов

УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ СКАНИРУЮЩИМ  
АВТОМАТОМ (СА) ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СНИМКОВ  
С ТРЕКОВЫХ КАМЕР

1970

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ  
И АВТОМАТИЗАЦИИ



P10 - 5205

В.В. Ермолаев, В.Д. Инкин, Ю.А. Каржавин,  
В.Ф. Рубцов

УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ СКАНИРУЮЩИМ  
АВТОМАТОМ (СА) ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СНИМКОВ  
С ТРЕКОВЫХ КАМЕР

8611/2 "5"

## ВВЕДЕНИЕ

Устройство управления (УУ) входит в состав электронной части сканирующего автомата для измерения снимков с трековых камер /1,2/. Обеспечивая автоматическую работу установки на линии с электронной вычислительной машиной, УУ выполняет следующие функции:

1. принимает и дешифрирует команды из ЭВМ;
2. управляет перемещением измерительного стола СА;
3. осуществляет запуск режима измерения после выполнения всех подготовительных операций.

УУ включает в себя также имитатор ЭВМ и блок печати, позволяющие производить настройку аппаратуры сканирующего автомата в автономном режиме.

В данной работе дается краткое описание логической структуры и некоторых особенностей изготовления электронных блоков, реализующих указанные выше функции. В логических схемах использовались условные обозначения, представленные на рис. 1.

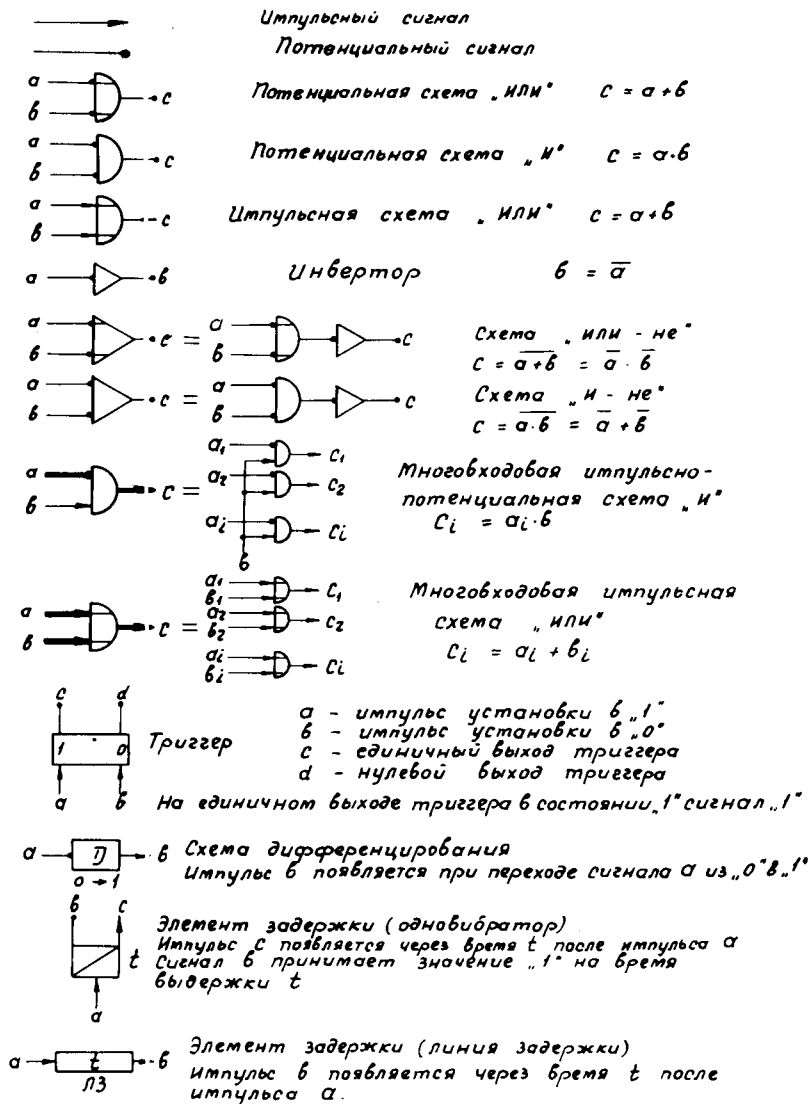


Рис. I. Условные обозначения элементов логических схем.

## П. ОБМЕН ИНФОРМАЦИЕЙ МЕЖДУ ЭВМ И СА

Обмен информацией между ЭВМ и СА осуществляется через устройство связи (УС) по шинам данных (Рис.2а). Процесс передачи одного слова в том или другом направлении сопровождается соответствующей парой управляющих сигналов: "Запрос числа" (ЗЧ) - "Выдача числа" (ВЧ) или "Выдача кода" (ВК) - "Прием кода" (ПК).

Устройство связи согласует уровни сигналов и логики обмена с учетом особенностей конкретной ЭВМ (CDC-1604А).

Информация из ЭВМ передается в виде команд управления сканирующим автоматом (рис.3). Команда занимает одно 28-разрядное слово. Разряды 25+28 отведены под код операции (КОП), 1+24 - под числовую часть.

С помощью команд осуществляется подготовка к измерению того или иного снимка, задаются параметры сканирования, проверяется правильность функционирования отдельных узлов СА.

Команды "X" и "W" задают исходное положение измерительного стола (координаты  $X_0, W_0$ ) перед началом измерения.

Команда "ПП" осуществляет подготовку нужного для измерения кадра на пленке. Числовая часть команды задает количество кадров ( $f_0$ ), на которое требуется передвинуть пленку, и направление перемещения.

Команды "0°" и "90°" задают способ сканирования, уровень дискриминации, плотность сканирования <sup>13/</sup> и скорость перемещения измерительного стола во время сканирования. Эти команды начинают

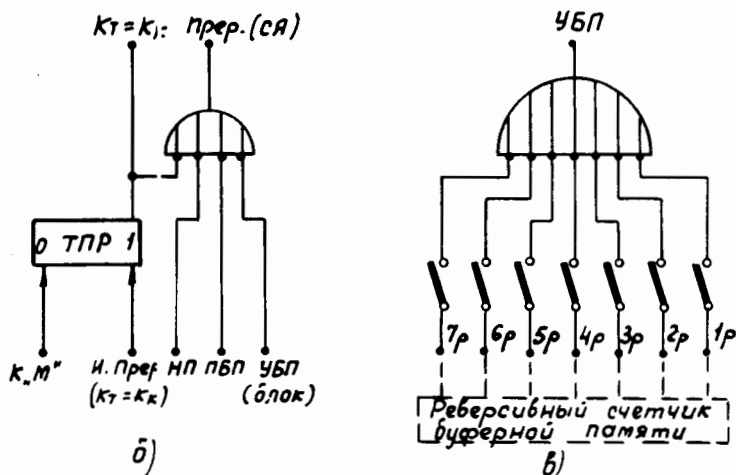
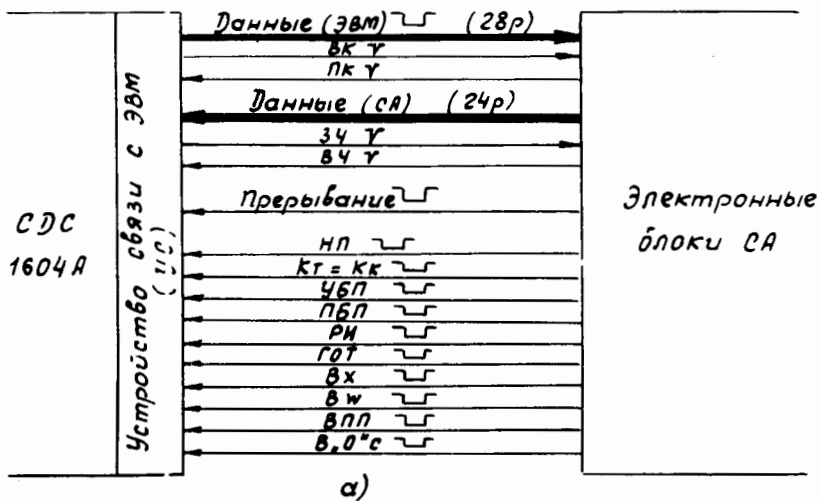


Рис.2. Сигналы, участвующие в обмене информацией между УС и СА.

команда из 28м	КОП								числовая часть																			
	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
X	0	1	0	0	0	1																						
W	0	0	1	0																								
ПП	0	0	1	1																								
0°	0	1	0	0																								
90°	0	1	0	1																								
КК	0	1	1	0																								
ЗС	0	1	1	1																								
СП	1	0	0	0																								
Z	1	0	0	1																								
M	1	0	1	0																								
„0°С”	1	0	1	1																								
BD	1	1	0	0																								
„0°БП	1	1	0	1																								
„0°С	1	1	1	0																								

Рис.3. Команды управления СА.

процесс измерения и выдаются после выполнения всех подготовительных операций.

Команда "КК" задает конечную координату  $X_K$  (если снимок сканируется способом  $0^0$ ) или  $W_K$  (при сканировании способом  $90^0$ ). Если признак прерывания отсутствует, то при достижении столом координаты  $X_K$  или  $W_K$  сканирование прекращается. Наличие признака прерывания ("Г" в I3 разряде числовой части команды) означает, что при достижении  $X_K$  или  $W_K$  сканирование не будет прекращено, а в ЭВМ поступит сигнал "Текущая координата равна конечной" ( $K_T=K_K$ ) вместе с сигналом прерывания. Признак прерывания введен для обеспечения работы СА в режиме "внешнего стробирования", то есть когда грубый отбор полезной информации по "маске" осуществляется аппаратным способом. Из ЭВМ в этом случае выдаются координаты маски на определенный участок снимка.

Команды "ЗС" и "СП" устанавливают режим передачи информации в ЭВМ. Команда "ЗС" подготавливает для передачи в ЭВМ статусное слово, отражающее состояние прибора в данный момент времени. После команды "СП" на каждый сигнал ЗЧ в ЭВМ передается очередное слово из буферной памяти СА.

Команда "З" заносит в буферную память СА контрольное число, содержащееся в разрядах I+24 числовой части команды, используется для проверки работы буферной памяти и цепей приема-выдачи информации.

Команда "М" заносит в память СА одну координату маски.

Команды "ОЭ" и "ОС" устанавливают электронные схемы СА в начальное состояние. Команда "ОС", кроме того, возвращает в нулевое положение измерительный стол СА.



Команда "О" БП устанавливает в "О" буферную память СА.

Команда "ВО" включает индикацию и звуковую сигнализацию для вызова оператора.

Так как в СДС-1604А можно с помощью специальных команд опрашивать коды, подаваемые на функциональные шины, часть статусного слова и некоторые дополнительные сигналы, характеризующие выполнение отдельных команд, выведены через приемный блок непосредственно в УС. К указанным сигналам относятся: неисправность прибора (ПП),  $K_T=K_K$  (см. команду "КК"), затопление буферной памяти выше заданного уровня (УБП), переполнение буферной памяти (ПБП), наличие режима измерения (РИ), готовность СА к работе с ЭВМ (ГОТ), выполнение команд "Х", "W", "ПП", "О'С (ВХ, ВВ, ВПП, В "О" С).

### III. ПРИЕМНЫЙ БЛОК

В приемном блоке осуществляется коммутация управляющих сигналов ЗЧ, ВЧ, ВК и ПК; формирование сигналов "Прерывание" и УБП; прием и дешифрация команд из ЭВМ или имитатора ЭМ. Схема коммутации управляющих сигналов приведена на рис. 4.

Команды "С1" и "ЗС" кроме переключения режимов выдачи информации формируют также сигнал ЗЧ, чтобы подготовиться первое слово данных на выходном регистре СА.

При выдаче команды "М" сигнал ПК формируется импульсом "маска принята", так как координата маски должна храниться на приемном регистре до наступления очередного "темного периода".

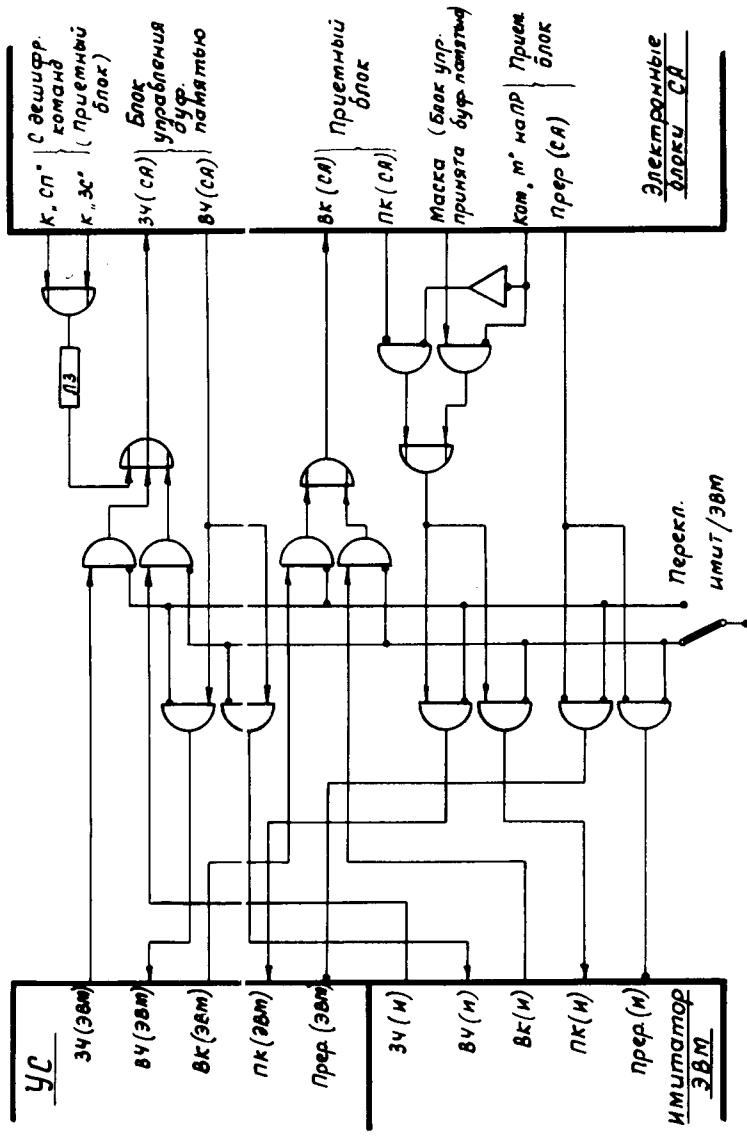


Рис. 4. Коммутация управляющих сигналов.

Схемы формирования сигналов "Прерывание" и УБП приведены на рис. 2б и 2в. Логическая схема приемного блока показана на рис. 5. Команда из ЭВМ или имитатора ЭВМ по сигналу ВК заносится на приемный регистр. Старшие 4 разряда поступают на дешифратор команд (ДШК). Выходы ДШК стробируются задержанным импульсом ВК, при этом формируется один из 14 командных импульсов КХ, КW и т.д.

Поступление некоторых команд во время сканирования прекращает измерение (вырабатывается сигнал "0" ТРИ).

После стробирования выходов ДШК операция приема команды считается законченной и в УС выдается сигнал ПК.

Содержимое приемного регистра может быть распечатано с помощью цифрпечатающего устройства БЗ-15. При включенном положении тумблера "Печать в режиме приема" в блок печати поступает запускающий сигнал ПРВ, который начинает цикл печати одного слова. Импульс ПК в этом случае формируется по сигналу "Конец печати" (КПВ).

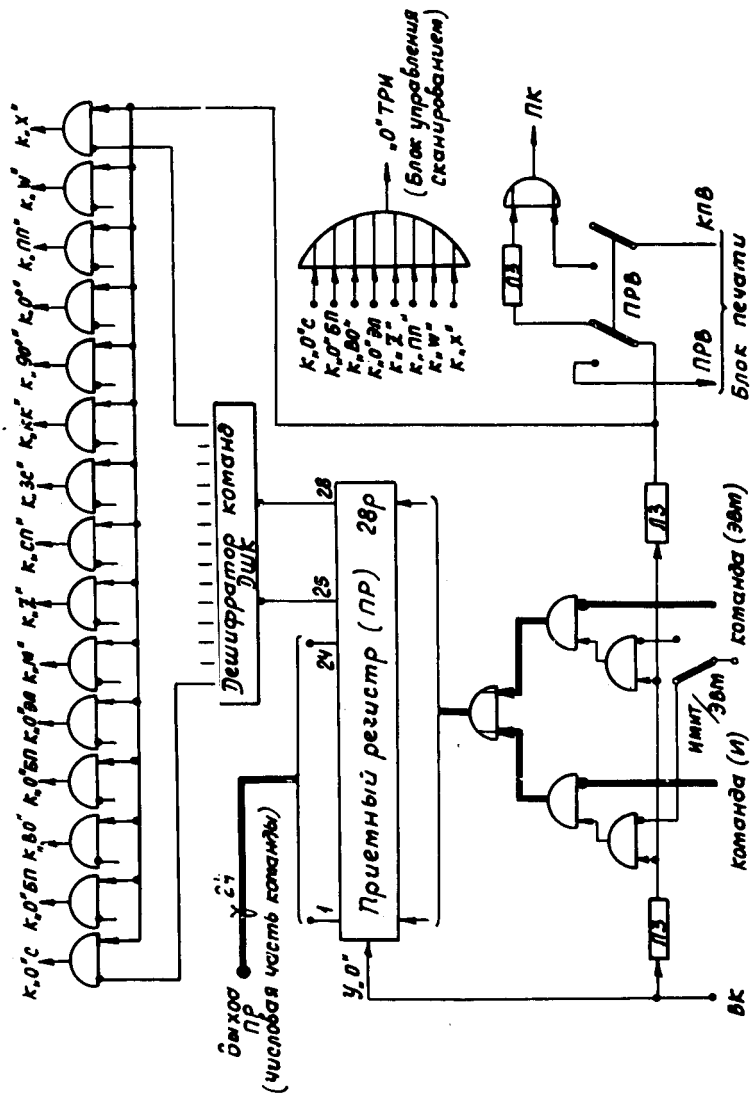


Рис.5. Блок приема команд из ЭВМ.

## IV. БЛОК УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ СТОЛА

Блок управления перемещением стола выполняет следующие

функции:

- а) осуществляет измерение перемещений стола в направлениях  $X$  и  $W$  ;
- б) обеспечивает установку стола перед началом измерения в некоторое исходное положение по заданным координатам  $X_0, W_0$ ;
- в) обеспечивает перемещение стола во время измерения с заданной скоростью ( $S$ ) до заданной координаты  $X_K (W_K)$ ;
- г) при достижении конечной координаты  $X_K (W_K)$  прекращает измерение, если признак прерывания в команде "КК" отсутствовал, либо посылает в ЭВМ сигналы "Прерывание" и "Конечная координата равна текущей", продолжая измерение;
- д) обеспечивает по команде "ОС" возврат стола в нулевое положение.

Перемещение измерительного стола СА осуществляется гидравлическим приводом /5/, схема которого приведена на рис. 6. Для управления приводом используются гидравлические клапаны с соленоидами.

Клапаны имеют следующее назначение:

1. Общее включение.
2. Включение  $X$ .
3. Включение  $W$ .
4. Вперед  $X$ .
5. Назад  $X$ .
6. Вперед  $W$ .
7. Назад  $W$ .

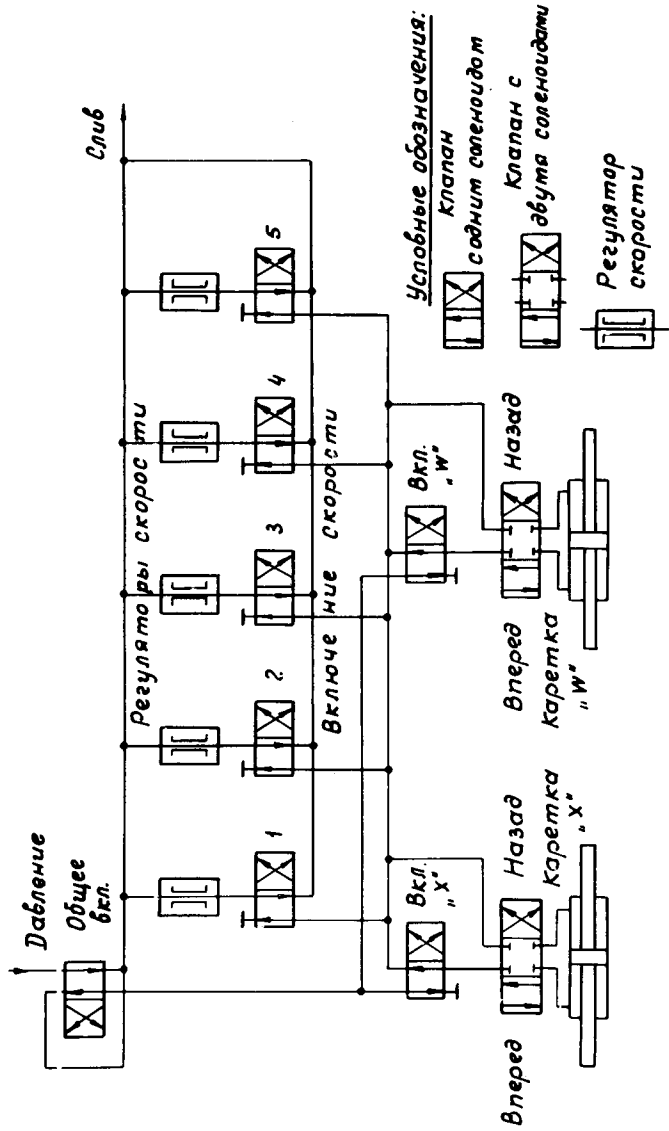


Рис.6. Схема гидравлического привода СА.

8. Скорость 1 ( $S_1$ ).
9. Скорость 2 ( $S_2$ ).
10. Скорость 3 ( $S_3$ ).
11. Скорость 4 ( $S_4$ ).
12. Скорость 5 ( $S_5$ ).

В режиме измерения используются скорости  $S_4$  и  $S_5$ . На четвертой скорости осуществляется установка стола в заданное положение. Скорость  $S_5$  - центрирующая. Регуляторы скорости позволяют устанавливать значение  $S_4$  и  $S_5$  в диапазоне 0-120 мм/сек.

#### IV - I. Регистрация координат X и W

Для измерения координат X, W используются два фотодатчика линейных перемещений на дифракционных решетках с шагом 8 мкм (125 линий/мм)<sup>/5/</sup>. Датчик включает в себя также источник света, 4 фотодиода и согласующий каскад на эмиттерных повторителях.

При перемещении стола на выходе датчика появляются 4 электрических сигнала приблизительно синусоидальной формы амплитудой  $\sim 1$  в на уровне +3в, сдвинутые по фазе на  $90^\circ$ .

Схема формирования сигналов с фотодатчика (рис.7) позволяет из синусоиды получить стандартные прямоугольные сигналы, которые подвергаются затем соответствующей логической обработке для формирования счетных импульсов и сигналов реверса.

Период каждой синусоиды соответствует перемещению стола на 8 мкм .

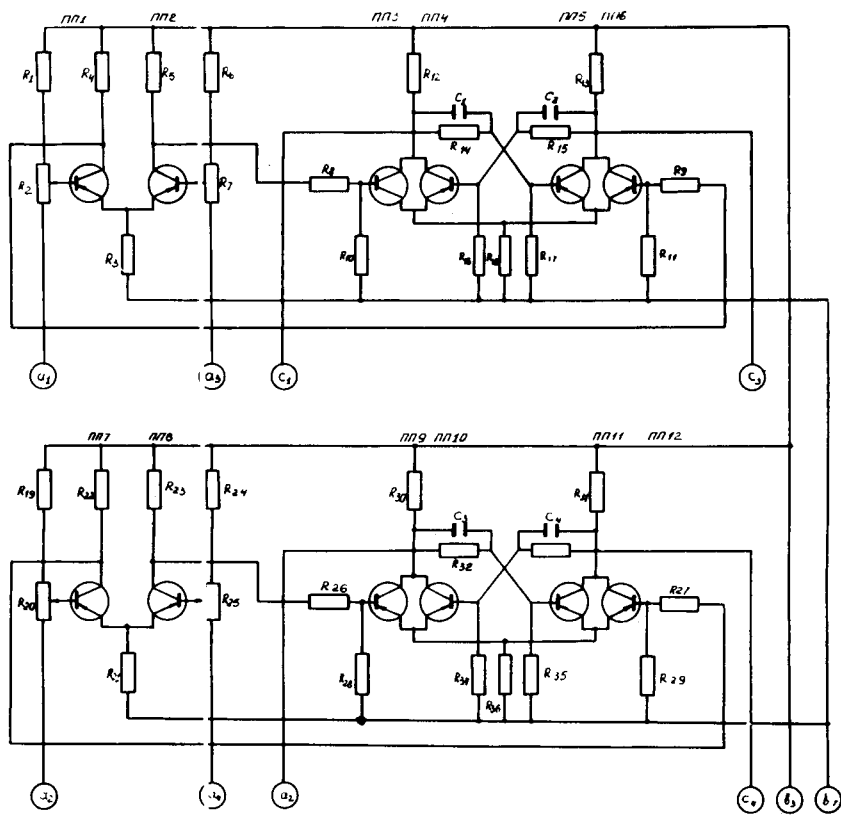


Рис.7. Схема обработки сигналов с фотодатчиков.



Логическая схема регистрации координаты X приведена на рис.8, временная диаграмма, поясняющая ее работу – на рис.9. Обозначим сигналы, поступающие с выхода фотодатчика и схемы формирования через A, B, C и D. Условно примем, что состояние "1" соответствует высокому уровню сигнала, состояние "0" – низкому.

После дифференцирования получаются еще 4 импульсных сигнала  $a, b, c$  и  $d$ , которые соответствуют переходам сигналов A, B, C, D из "0" в "1".

Из временной диаграммы видно, что при перемещении стола в прямом и обратном направлении **временное** положение импульсных сигналов  $a, b, c, d$  различно.

Для получения импульсов прямого и обратного счета реализуются 2 функции:

$$F = aD + bA + cB + dC$$

$$R = aB + bC + cD + dA.$$

Импульсы прямого счета устанавливают триггер знака X ( $TZ_X$ ) в "1" (сложение), импульсы обратного счета – в "0" (вычитание). Из этих же сигналов формируется счетный импульс, который с задержкой 1 мксек, необходимой для переключения направления счета в случае реверса, поступает на вход 18-разрядного счетчика X ( $C_X$ ). В связи с тем, что на каждый шаг решетки вырабатывается 4 счетных импульса, цена отсчета получается равной 2 мкм.

С выхода счетчика координата X считывается в буферную память СА. В момент поступления счетного импульса, когда в счетчике происходит последовательное переключение триггеров и формирование импульсов переноса, может быть считана **неправильная** координата.

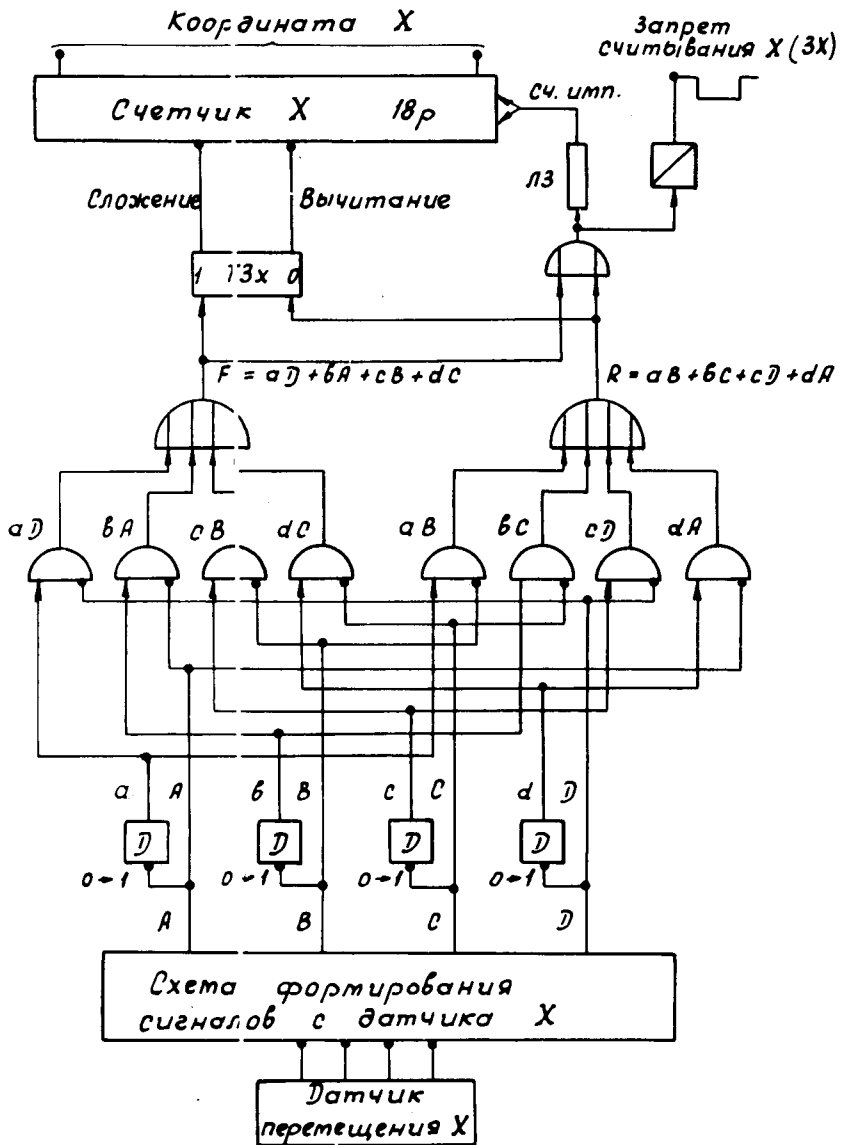


Рис.8. Логическая схема регистрации координаты X.

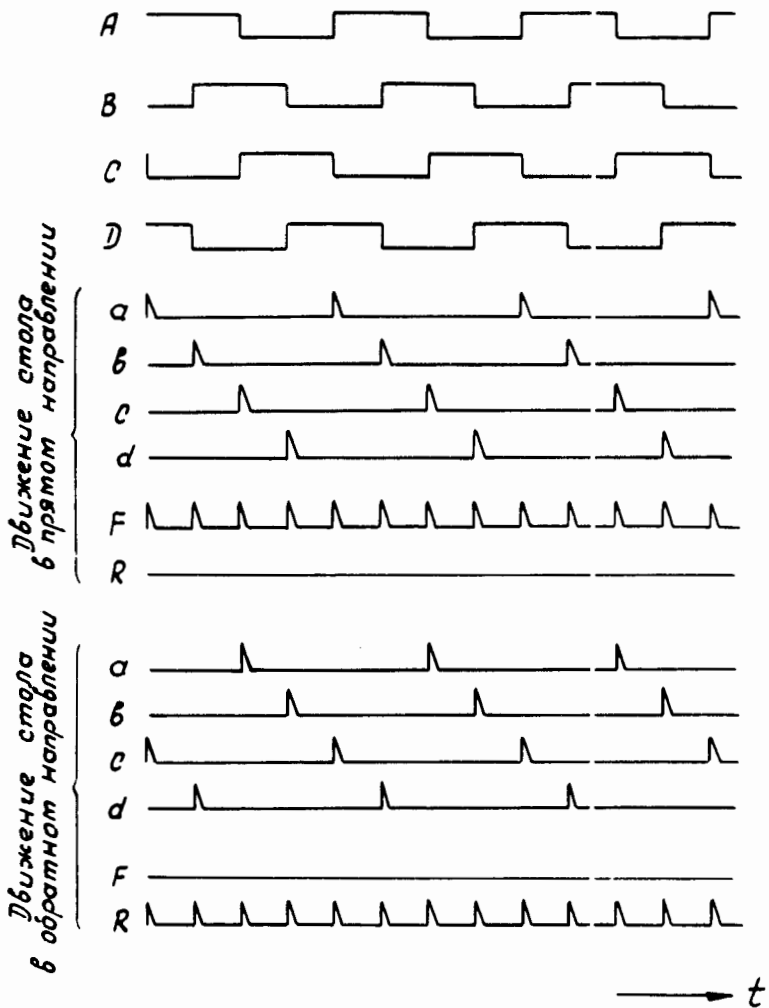


Рис.9. Временная диаграмма работы схемы регистрации координаты X.

Для предотвращения указанных сбоев на время окончания переходных процессов в  $C_X$  выдается сигнал "Запрет считывания X".

Аналогичным способом регистрируется координата  $W$ .

#### IV - 2. Выполнение команды "О"С

Координаты  $X$  и  $W$ , соответствующие положению измерительного стола СА в данный момент времени, хранятся в счетчиках  $C_X$  и  $C_W$ .

Так как ошибка в счетчиках может накапливаться, их необходимо периодически устанавливать в "0". Это делается кнопкой "Общий сброс", расположенной на пульте оператора, или командой из ЭВМ "О"С.

Алгоритм выполнения команды "О"С - следующий:

1. Осуществить движение стола по  $X$  "Вперед" на максимальной (4-ой) скорости.
2. При достижении ограничителя движения стола вперед по  $X$  включить направление "Назад".
3. При достижении ограничителя движения стола назад по  $X$  осуществить сброс  $C_X$  и остановить стол.

Одновременно такие же операции выполняются по  $W$ .

Логическая схема установки стола в нулевое положение приведена на рис. 10.

Кнопкой "Общий сброс" или командой "О"С формируется импульс общего сброса (ОС), который устанавливает все электронные блоки СА в нулевое состояние. С задержкой 1 мксек перебрасываются в "1" триггеры  $ТОС_X$  и  $ТОС_W$ . Направление движения стола задается тригге-

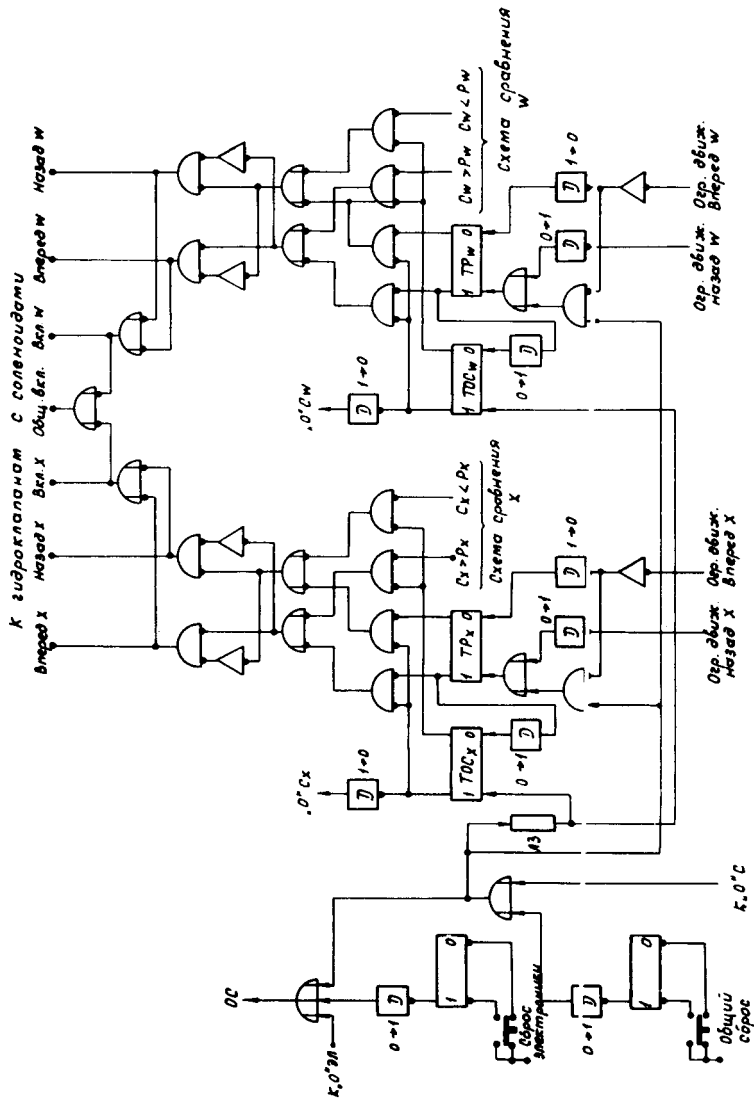


Рис.10. Логическая схема выполнения команды "0"С.

рами реверса  $TR_X$  и  $TR_W$ . Чтобы исключить возможность одновременного появления сигналов "Вперед" и "Назад", введена их взаимная блокировка.

#### IV - 3. Выполнение команд "X" и "W"

Команды "X" и "W" осуществляют установку измерительного стола СА в заданное положение с координатами  $X_0$  и  $W_0$ . Электронные схемы, участвующие в выполнении команд "X" и "W", независимы и совершенно идентичны, поэтому в дальнейшем рассматривается только команда "X".

Координата  $X_0$ , поступающая из ЭВМ вместе с командой "X", хранится в регистре  $P_X$  (Рис. II). Содержимое  $P_X$  сравнивается с содержимым счетчика  $C_X$  и в зависимости от результата сравнения определяется направление перемещения стола:

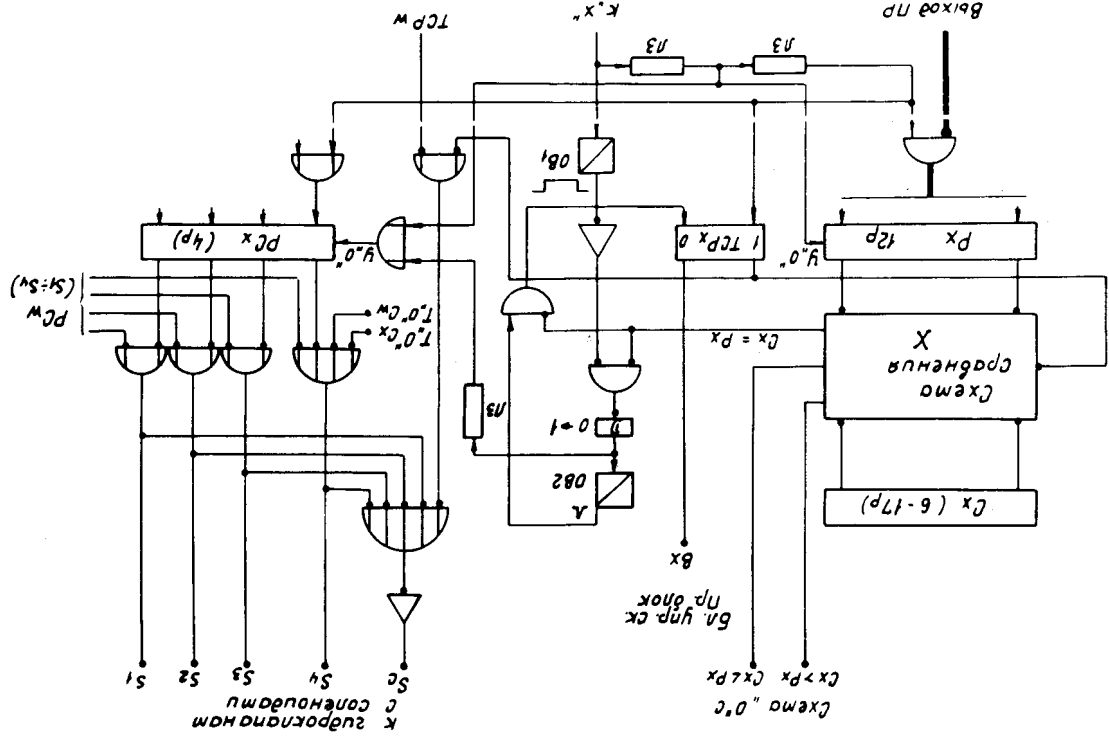
"Вперед X" (если  $P_X < C_X$ ) или "Назад X" (если  $P_X > C_X$ ). В случае  $P_X = C_X$  перемещение стола прекращается.

Фиксация стола на заданной координате осуществляется с точностью до 6-го разряда  $C_X$  (64 мкм), то есть сравнение ведется по 12 старшим разрядам  $C_X$  (6+17), 18-ый разряд используется для индикации сбоев в счетчике или перехода стола за нулевую точку.

Сравнение  $C_X$  и  $P_X$  начинается по сигналу с триггера сравнения ( $TCP_X$ ), который устанавливается в "1" импульсом К "X". На время занесения кода в  $P_X$  выход схемы сравнения  $C_X=P_X$  блокируется с помощью одновибратора ОВ I.

Перемещение стола к заданной точке при выполнении команды "X" происходит на максимальной (4-ой) скорости, для этого импульс К "X" устанавливает в "1" 4-ый разряд в регистре скорости X ( $PC_X$ ).

Рис. II. Логическая схема выполнения команды "X".



При достижении заданной точки по сигналу  $C_X = P_X$  вырабатывается импульс, запускающий одновибратор  $OB_2$  и сбрасывающий  $PC_X$  в "0". Так как скорость движения стола была достаточно высокой, он перейдет за точку  $X_0$ , и сигнал  $C_X = P_X$  пропадет. Время выдержки  $OB_2$  выбрано больше времени первого появления сигнала  $C_X = P_X$ , поэтому  $TCP_X$  останется в состоянии "1". Отсутствие сигналов  $S_1 + S_2$  ("0" в  $PC_X$ ) и "1" в  $TCP_X$  является условием включения центрирующей скорости  $S_c$ .

На центрирующей (самой медленной) скорости стол возвращается к точке  $X_0$ . При вторичном появлении сигнала  $C_X = P_X$  импульс с  $OB_2$  сбрасывает в "0"  $TCP_X$ , движение стола прекращается и выдается сигнал выполнения команды "X" (BX).

#### IV - 4. Схема сравнения X (ССХ)

ССХ осуществляет сравнение 12-разрядных кодов, хранящихся в  $C_X$  и  $P_X$ , при этом вырабатываются 3 сигнала:  $C_X = P_X$ ,  $C_X > P_X$  и  $C_X < P_X$ . Сравнение ведется поразрядно, начиная со старшего.

Определим требования, предъявляемые к одному каскаду  $CC_X$ , в котором происходит сравнение  $i$ -х разрядов  $P_X$  и  $C_X$  ( $P_i$  и  $C_i$ ).

1. Сравнение должно вестись по сигналу переноса ( $K_i$ ) из предыдущего каскада, т.е. при равенстве всех старших разрядов  $C_X$  и  $P_X$ .
2. При равенстве  $i$ -х разрядов и при выполнении 1-го условия должен вырабатываться сигнал переноса в следующий каскад  $CC_X$  ( $K_{i-1}$ ).



3. Если  $i$ -е разряды неравны между собой, должны вырабатываться сигналы  $B_i$  (при  $P_i < C_i$ ) и  $H_i$  (при  $P_i > C_i$ )

Вся схема сравнения представляет собой последовательно соединенные каскады сравнения отдельных разрядов  $Z_X$  и  $P_X$ .

Выразим указанные выше условия с помощью булевой алгебры в виде функций, где переменными являются входные сигналы  $P_i$ ,  $C_i$  и  $K_i$ , отражающие состояние соответствующих разрядов регистра  $P_X$  и счетчика  $C_X$ .

Таблица истинности для функции  $B_i$ ,  $H_i$  и  $K_{i-1}$  имеет следующий вид:

$K_i$	$P_i$	$C_i$	$B_i$	$H_i$	$K_{i-1}$
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0
1	0	0	0	0	1
1	0	1	1	0	0
1	1	0	0	1	0
1	1	1	0	0	1

Из таблицы истинности определяем выражения для  $B_i$ ,  $H_i$  и  $K_{i-1}$  в совершенной дизъюнктивной нормальной форме.

$$B_i = \bar{P}_i C_i K_i$$

$$H_i = P_i \bar{C}_i K_i$$

$$K_{i-1} = P_i C_i K_i + \bar{P}_i \bar{C}_i K_i$$

Результаты сравнения всех разрядов  $C_X$  и  $P_X$  можно записать в следующем виде:

$$(C_i > P_i) = \sum_i B_i = \sum_i \bar{P}_i C_i K_i$$

$$(C_i < P_i) = \sum_i H_i = \sum_i P_i \bar{C}_i K_i$$

$$(C_i = P_i) = \prod_i K_i = K_{12} \prod_{i=1}^{12} (R_i C_i + \bar{P}_i \bar{C}_i)$$

Полученные выше выражения могут быть реализованы в виде схемы различными способами. Необходимо найти вариант достаточно экономичный и легко реализуемый с точки зрения конкретной системы элементов. В нашем случае используется система стандартных логических элементов БЭСМ-4, в которой, учитывая их нагрузочную способность, удобнее и экономичнее реализовать функции типа "и-не" и "или - не".

Рассмотрим каскад схемы сравнения, представленный на рис.12а.

$$H_i = \overline{P_i \bar{C}_i K_i}$$

$$B_i = \overline{\bar{P}_i C_i K_i}$$

$$K_{i-1} = \overline{\overline{P_i \bar{C}_i K_i} \cdot \overline{\bar{P}_i C_i K_i} \cdot K_i} =$$

$$= \overline{(\bar{P}_i \cdot C_i + \bar{K}_i) \cdot (P_i + \bar{C}_i + \bar{K}_i) \cdot K_i} =$$

$$= \overline{(P_i C_i + P_i \bar{K}_i + \bar{P}_i \bar{C}_i + \bar{C}_i \bar{K}_i + \bar{P}_i \bar{K}_i + C_i \bar{K}_i) \cdot K_i} =$$

$$= \overline{P_i C_i K_i + \bar{P}_i \bar{C}_i K_i}$$

Данный каскад реализует требуемые функции, но выходные сигналы получаются в инверсной форме.

$$\overline{H}_i = P_i \overline{C}_i K_i$$

$$\overline{B}_i = \overline{P}_i C_i K_i$$

$$\overline{K}_{i-1} = P_i C_i K_i + \overline{P}_i \overline{C}_i K_i$$

Для каскада схемы сравнения, представленного на рис.12б, имеем:

$$H_i = \overline{P_i + C_i + K_i} = P_i \overline{C}_i \overline{K}_i$$

$$B_i = \overline{P_i + \overline{C}_i + K_i} = \overline{P}_i C_i \overline{K}_i$$

$$\begin{aligned} K_{i-1} &= \overline{P_i + C_i + K_i + \overline{P}_i + \overline{C}_i + K_i + K_i} = \\ &= (\overline{P}_i + C_i + K_i) \cdot (P_i + \overline{C}_i + K_i) \cdot \overline{K}_i = \\ &= P_i C_i \overline{K}_i + \overline{P}_i \overline{C}_i \overline{K}_i \end{aligned}$$

Этот каскад также реализует требуемые функции, но сигнал переноса с предыдущего каскада (при равенстве всех старших разрядов) должен быть представлен в инверсной форме.

Чередую каскады первого и второго типов, получим схему сравнения, представленную на рис.13.

Сигнал  $K_{12}$  является разрешением на сравнение  $C_X$  и  $P_X$ .

Определим условие появления сигнала  $K_0$ .

$$K_{11} = \overline{K_{12}(P_{12}C_{12} + \overline{P}_{12}\overline{C}_{12})}$$

$$K_{10} = \overline{K_{11}(P_{11}C_{11} + \overline{P}_{11}\overline{C}_{11})} = K_{12}(P_{11}C_{11} + \overline{P}_{11}\overline{C}_{11})(P_{12}C_{12} + \overline{P}_{12}\overline{C}_{12})$$

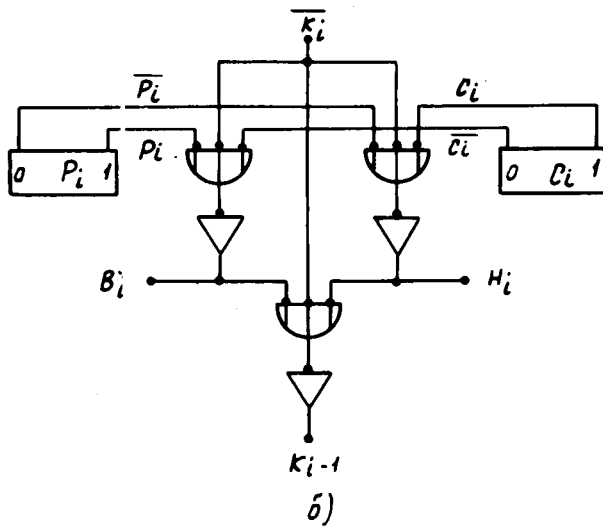
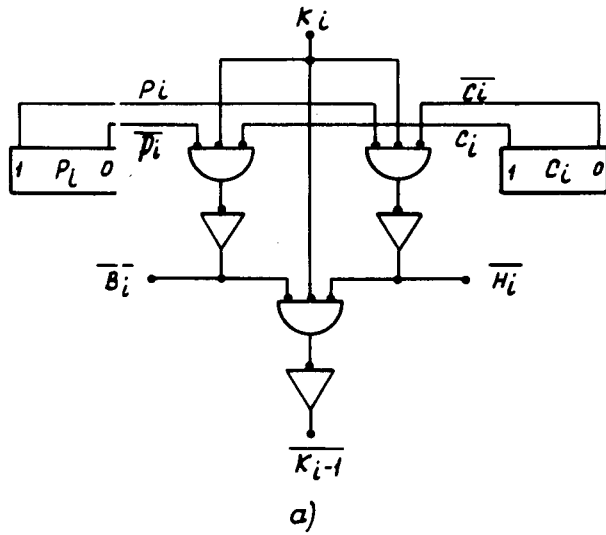


Рис.12. Два каскада схем сравнения.

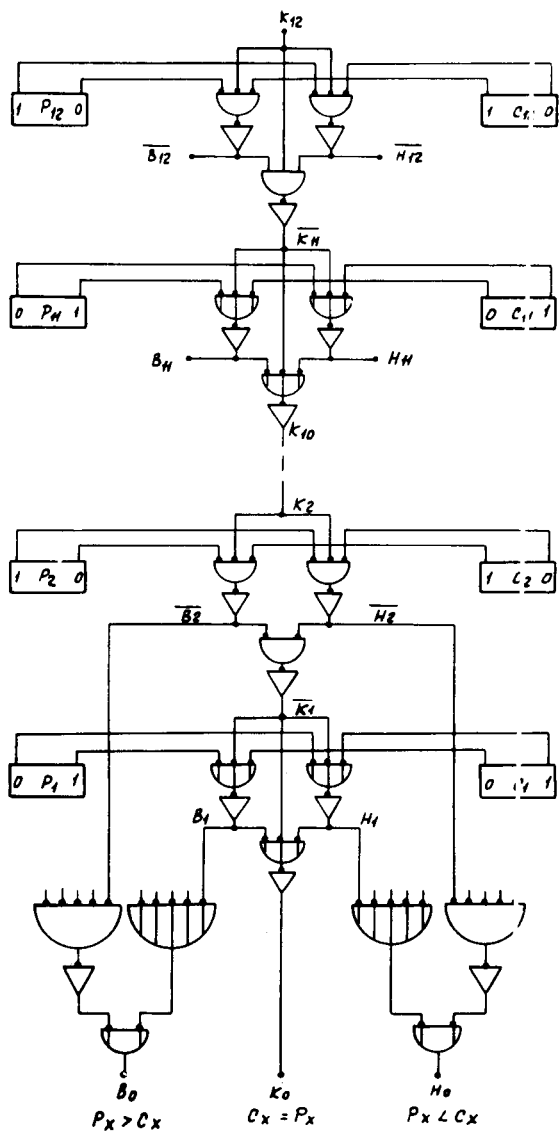


Рис.13. Схема сравнения X.

По аналогии для  $K_0$  можно записать:

$$K_0 = K_{12} (P_1 C_1 + \bar{P}_1 \bar{C}_1) (P_2 C_2 + \bar{P}_2 \bar{C}_2) \dots (P_{12} C_{12} + \bar{P}_{12} \bar{C}_{12})$$

$$K_0 = K_{12} \prod_{i=1}^{12} (P_i C_i + \bar{P}_i \bar{C}_i)$$

То-есть, появление сигнала  $K_0$  соответствует равенству всех разрядов  $C_X$  и  $P_X$ .

Обозначая четные номера разрядов через  $j$ , а нечетные - через  $l$ , можно для  $V_0$  и  $H_0$  записать следующие выражения

$$V_0 = \sum_l V_l + \overline{\prod_j \bar{V}_j} = \sum_l V_l + \sum_j V_j = \sum_i V_i$$

аналогично

$$H_0 = \sum_i H_i$$

Представленная на рис.13 схема реализует все функции, необходимые для сравнения 2-х кодов.

#### IV - 5. Управление движением стола во время измерения

Процесс измерения снимка начинается командами "0<sup>0</sup>" и "90<sup>0</sup>".

Во время измерения стол СА перемещается от начальной координаты  $X_0$  до конечной координаты  $X_K$  (при сканировании способом 0<sup>0</sup>) или от  $W_0$  до  $W_K$  (при сканировании 90<sup>0</sup>) со скоростью  $S$ .

Конечная координата  $X_K$  ( $W_K$ ) может выдаваться из ЭВМ командой "KK" или набираться на тумблерном регистре  $TP_X$  ( $TP_W$ ). Скорость перемещения стола задается командами "0<sup>0</sup>", "90<sup>0</sup>".

Логическая схема управления перемещением стола по X приведена на рис.14.

Управление перемещением стола по W осуществляется аналогичным образом.

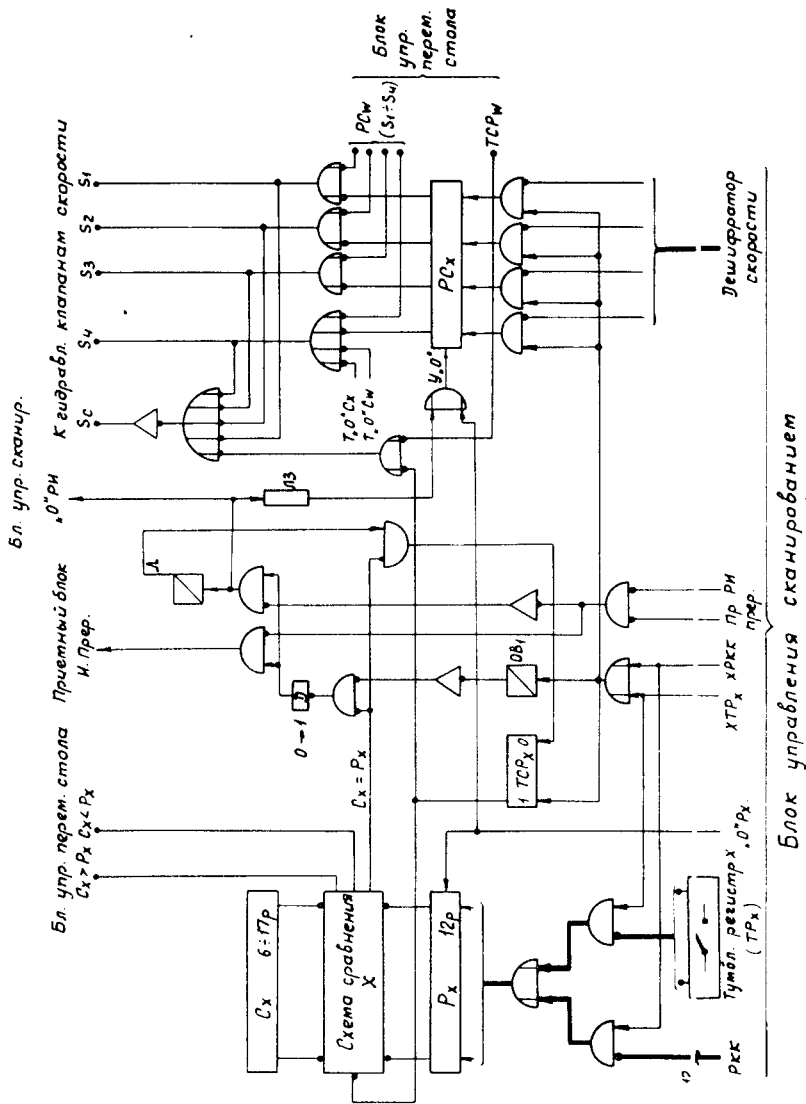


Рис.14. Логическая схема управления перемещением стола по X во  
 время измерения.

По окончании выполнения всех операций, предшествующих началу измерения, из блока управления сканированием поступает сигнал "0"  $P_X$  и с задержкой 1 мксек – один из сигналов: ХРКК, если  $X_K$  задана из ЭВМ и хранится в регистре конечной координаты (РКК), или ХТР $_X$ , если  $X_K$  набрана на ТР $_X$ . Импульс "0"  $P_X$  сбрасывает в исходное состояние регистры  $P_X$  и РС $_X$ .

Сигналом ХРКК (ХТР $_X$ ) заносится в  $P_X$  конечная координата, в РС $_X$  – скорость перемещения стола  $S_v \div S_v$ , триггер сравнения ТСП $_X$  устанавливается в "1".

В режиме "внешнего стробирования" с командой "КК" из ЭВМ выдается "признак прерывания". В этом случае при достижении конечной координаты вырабатывается "импульс прерывания", который поступает в приемный блок и блок управления сканированием. В приемном блоке формируется сигнал "конечная координата равна текущей" ( $K_K = K_{тек.}$ ), по которому из ЭВМ выдается новая "маска" и новая конечная координата.

До поступления новой конечной координаты в  $P_X$  заносится содержимое ТР $_X$ .

Если признак прерывания отсутствует, то при достижении конечной координаты происходит останов стола, также как и при выполнении команды "К". В блок управления сканированием выдается сигнал "0" РИ $_X$ , прекращающий режим измерения.



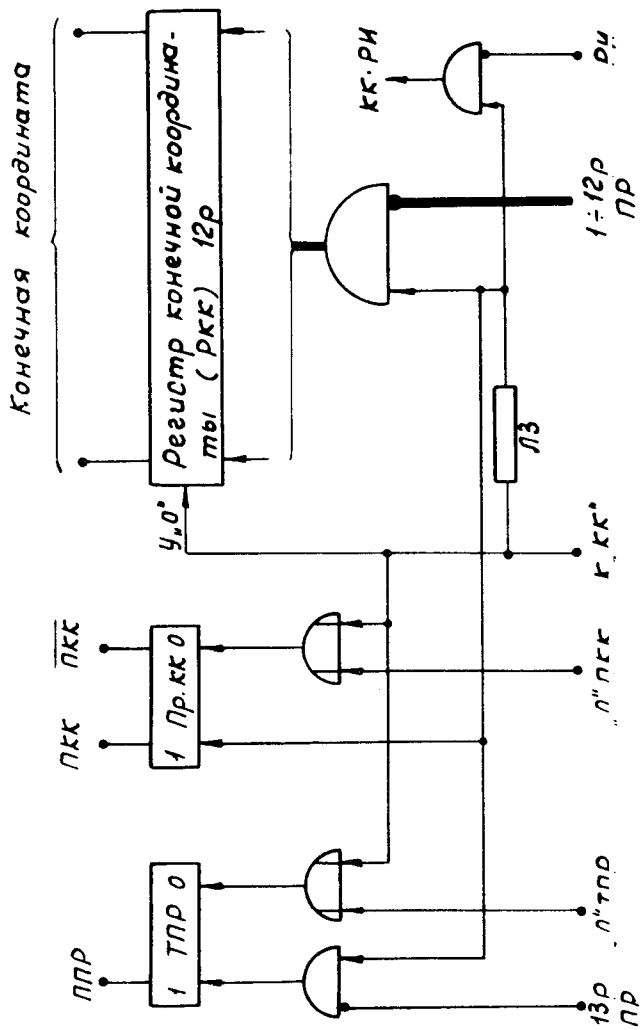


Рис. 15. Регистр конечной координаты.

## У. БЛОК УПРАВЛЕНИЯ СКАНИРОВАНИЕМ

Блок управления сканированием осуществляет контроль выполнения команд, предшествующих измерению, выдает в другие блоки СА параметры сканирования, вырабатывает сигнал начала измерения, осуществляет запись в буферную память СА координат  $X$  и  $W$ , а также контрольных кодов  $Z$ , поступающих из ЭВМ.

Перед началом сканирования из ЭВМ с помощью команды "КК" может быть выдана конечная координата  $X_K$  ( $W_K$ ), при достижении которой необходимо прекратить измерение или же сформировать сигнал " $K_T=K_K$ ". Импульс  $K$ "КК" устанавливает в "0" регистр конечной координаты, а также признаки прерывания и конечной координаты (рис.15). С задержкой 1 мксек в РКК заносится с выходных шин приемного регистра КК, выставляются признак конечной координаты и, при наличии "1" в 13 разряде ПР, признак прерывания. Если команда "КК" поступает во время измерения ( $PI=1$ ), вырабатывается сигнал  $КК \cdot PI$ .

Измерение начинается по команде "0<sup>0</sup>" ("90<sup>0</sup>"). Импульсы  $K$ "0<sup>0</sup>" и  $K$ "90<sup>0</sup>" с дешифратора команд (рис.16) устанавливают в соответствующее состояние триггер направления сканирования (ТНС) и заносят на регистры скорости (РС), плотности (РПЛ) и уровня (РУР) данные с выходных шин ПР. Информация о скорости движения стола во время измерения передается затем в блок управления перемещением стола (входы регистров  $PC_X$  и  $PC_W$ ).

Информация о плотности сканирования и уровне дискриминации передается в отсчетный канал СА /3/.

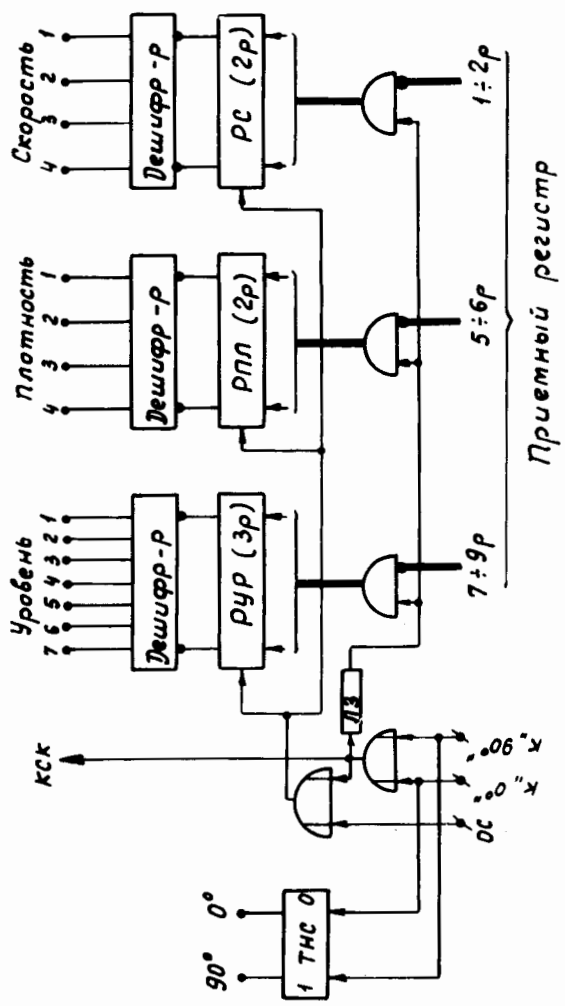


Рис.16. Регистры скорости, плотности, уровня.

Импульс КСК, сформированный из сигналов  $K^00$  и  $K^90$ , устанавливает в "Г" триггер запроса измерения (ТЗИ, рис.17).

По окончании выполнения подготовительных команд "Х", "W", "ПП" и при наличии "Г" в ТЗИ вырабатывается сигнал начала измерения (ИНИ), который осуществляет занесение конечной координаты в  $P_x (P_w)$ , а также формирование всех сигналов, необходимых для перемещения стола. После занесения КК в  $P_x (P_w)$  признак ПКК сбрасывается. С задержкой, необходимой для установления постоянной скорости перемещения стола, в блок управления буферной памятью выдается сигнал разрешения измерения РИ. По этому сигналу информация со сканируемого снимка начинает поступать в буферную память СА и далее в ЭВМ.

Прекращение режима измерения происходит при достижении конечной координаты (если триггер прерывания в состоянии "0") или при поступлении из приемного блока сигнала "0"РИ ПБ.

Неисправность в каком-либо блоке СА индицируется сигналом "НП", который передается в ЭВМ по функциональным шинам. Программа управления в этом случае решает: продолжить измерение или прекратить и вызвать оператора. Команда "Вызов оператора" устанавливает в "Г" триггер "В0", при этом включается световая и звуковая сигнализация.

Запись в буферную память контрольных чисел  $Z$ , координат маски, координат  $X$  и  $W$  осуществляется через  $XWZ$  регистр (рис.18). Командами "М" и "Z" в  $XWZ$  регистр заносится содержимое ПР. С задержкой на время установления потенциалов в блок управления буферной памятью выдается сигнал "Запись". Ответный сигнал, поступающий по окончании записи одного слова, устанавливает  $XWZ$  регистр в "0".

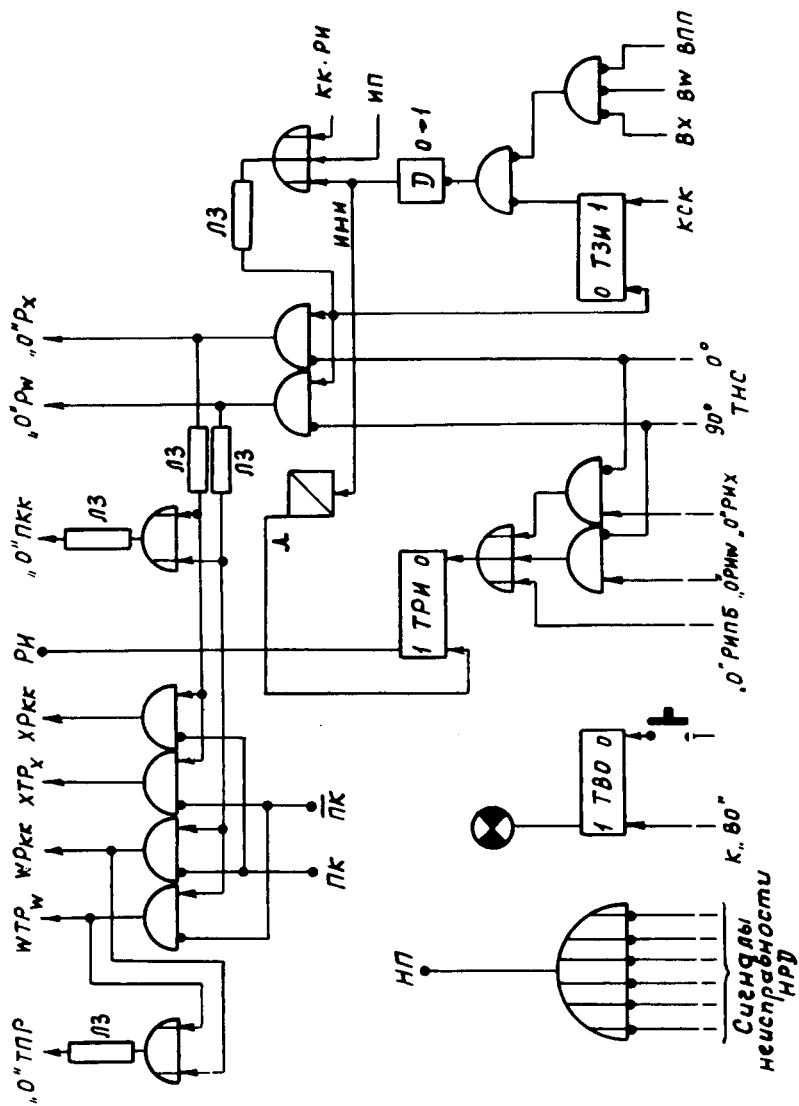


Рис.17. Схема разрешения и контроля измерения.

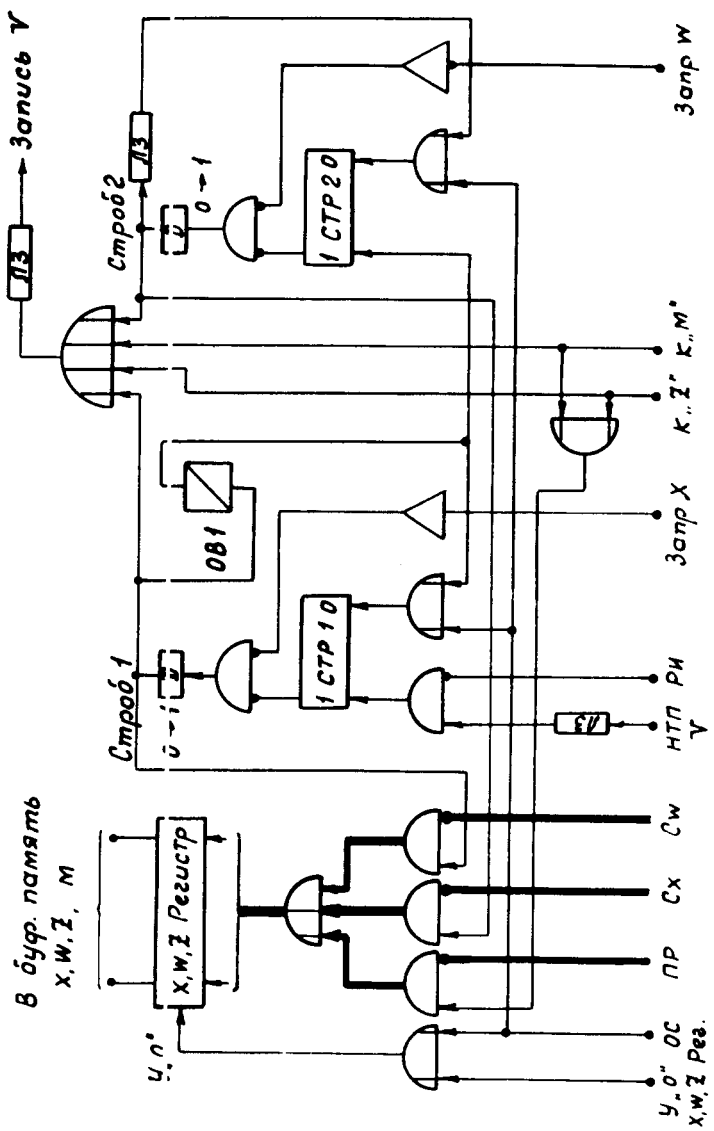


Рис.18. X, W, Z Регистр.

Координаты X и W записываются в буферную память СА только в режиме измерения. Сигнал начала темного периода (НТП) с помощью триггеров СТР1 и СТР2 формирует два импульса "строб 1" и "строб 2", которые заносят содержимое  $C_X$  и  $C_W$  в XWZ регистр. Считывание показаний счетчиков происходит только при отсутствии сигналов запрета "ЗХ" и "ЗW". Минимальный временной интервал между стробами, необходимый для записи в память одного слова, задается одновибратором ОВ1.

## У1. ИМИТАТОР ЭВМ

Имитатор ЭВМ /4/ позволяет осуществить проверку и настройку отдельных узлов СА, а также всего прибора в целом.

Имитатор работает в 4-х основных режимах: в режиме имитации управляющих сигналов (ИУС), в режиме приема информации (РП), в режиме выдачи команд (РВ) и в режиме комплексной проверки (РКП).

### У1 - I. Режим имитации управляющих сигналов

Управляющие сигналы ВК, ПК, ЗЧ и ВЧ формируются с помощью генератора последовательности импульсов (ГИ) или генератора одиночных импульсов (ГОИ) в зависимости от положения переключателя ГИ/ГОИ (рис.19). ГОИ запускается кнопкой "Старт". Включение режима осуществляется тумблером ИУС.

Ввиду того, что процесс обмена информацией с ЭВМ сопровождается последовательностью управляющих сигналов типа "запрос-ответ", отсутствие любого из указанных сигналов останавливает обмен. При

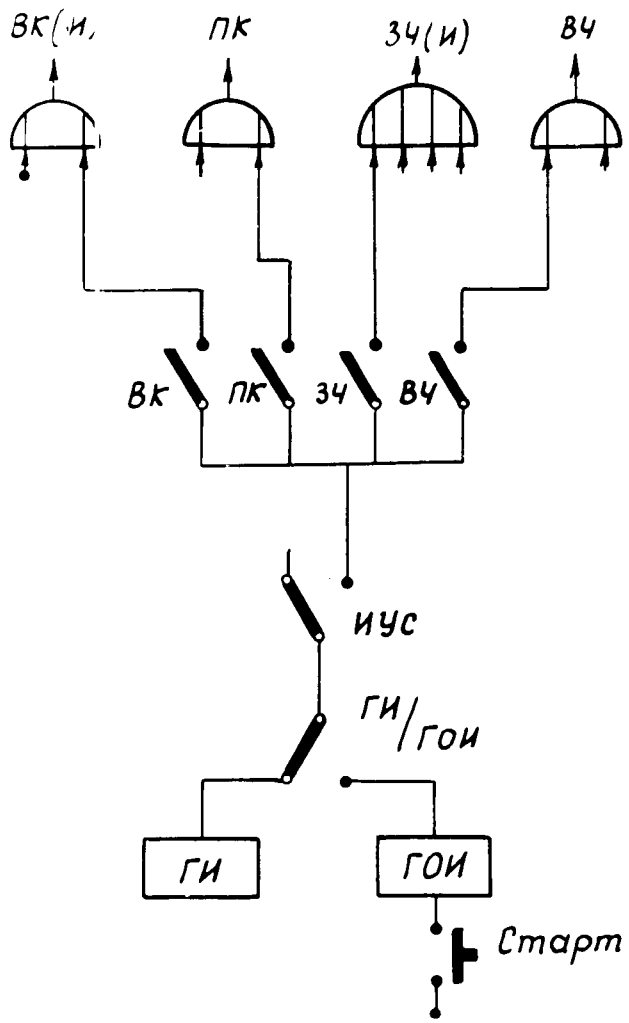


Рис. 19. Имитация управляющих сигналов.



этом, даже в случае систематических сбоев, трудно определить место неисправности.

Имитация сигналов ВК и ЗЧ позволяет локализовать неисправность, а также произвести настройку схем, синхронизирующихся этими сигналами.

Сигналы ПК и ВЧ используются для настройки самого имитатора.

## У1 - 2. Режим приема информации

В режиме приема осуществляется вывод на выходной регистр СА содержимого буферной памяти или статусного слова в зависимости от предшествующей команды ("СП" или "ЗС").

Включение режима производится тумблером РП (рис.20).

Чтобы сформировать рабочую последовательность сигналов обмена, то-есть, когда на каждый сигнал ВЧ посылается новый сигнал ЗЧ, тумблер цикл/автомат переводится в положение "автомат".

Число с выходного регистра может быть распечатано с помощью БЗ-15. Для этого включается тумблер печати в режиме приема ПРП. Вывод очередного слова будет производиться только по окончании цикла печати импульсом КПП из блока печати.

## У1 - 3. Режим выдачи команд (рис.21)

В распоряжении оператора имеется 5 тумблерных регистров.

Первый регистр содержит 28 разрядов и может быть использован для передачи любой команды. Остальные регистры имеют фиксированные КОП, соответствующие командам: "X", "W", "ПП" и "0<sup>0</sup>"/"90<sup>0</sup>".

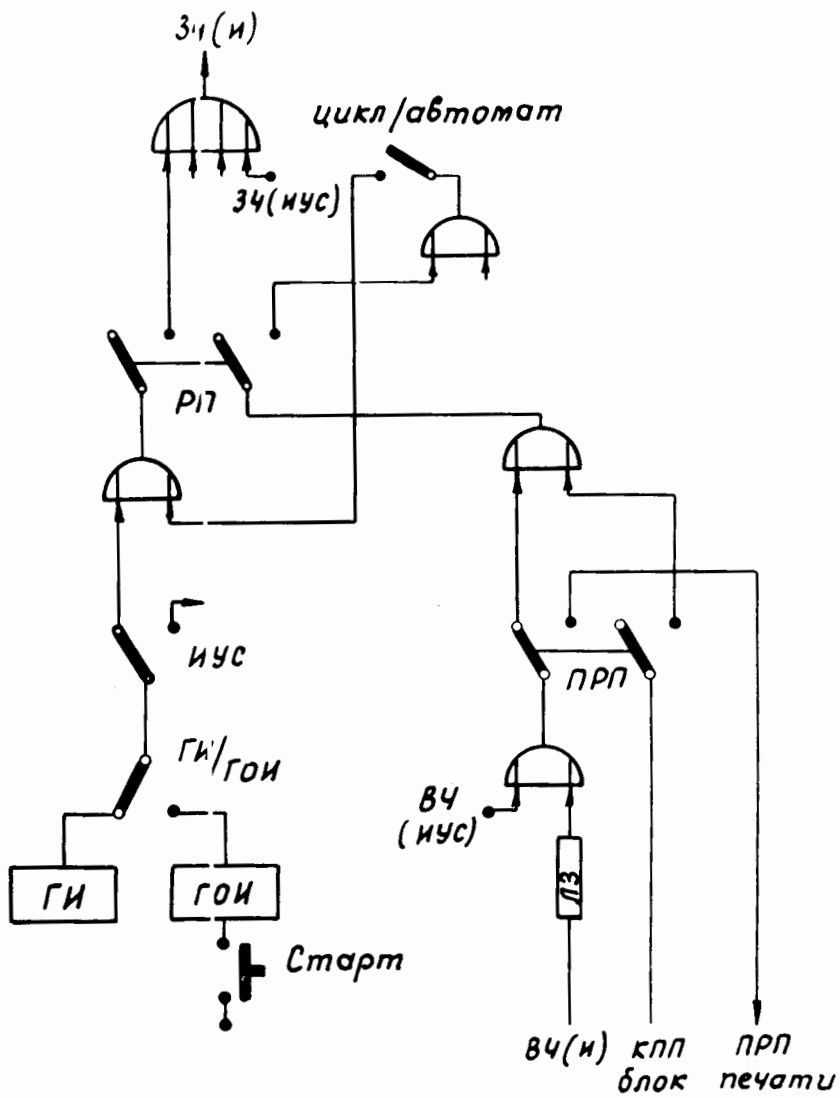


Рис.20. Имитация режима приема информации.

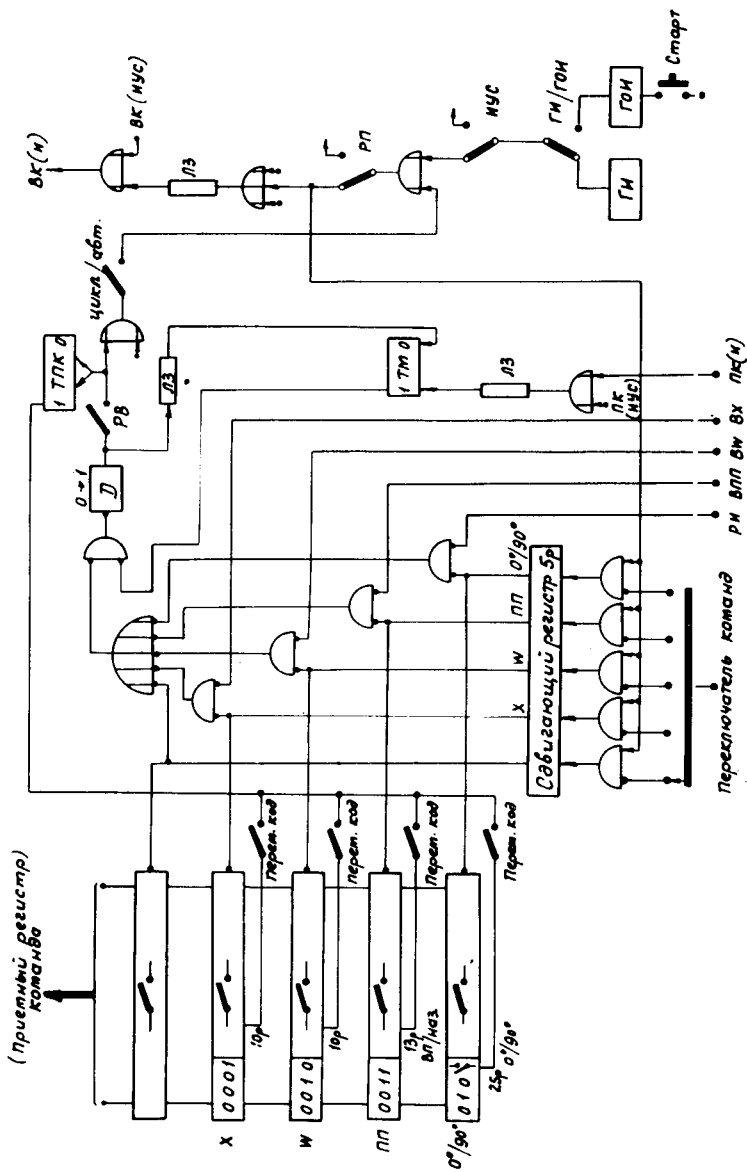


Рис.21. Имитация режима выдачи команд.

Выходы тумблерных регистров, собранные по схеме "ИЛИ", образуют имитаторный вход ПР. Подключение того или иного тумблерного регистра к ПР определяется наличием "1" в соответствующем разряде сдвигающего регистра (СР).

В командах "X", "W", "ПП" и "0°"/"90°" один из разрядов может быть задан с помощью триггера переменного кода ТПК. Включение тумблера цик./автомат позволяет выдавать последовательность команд с переменным разрядом. Таким образом, можно осуществлять непрерывное перемещение измерительного стола СА между заданными координатами в направлении X или W ; непрерывное перемещение фильма вперед-назад на заданное число кадров или последовательную выдачу команд "0°" и "90°".

Каждая последующая команда выдается после выполнения предыдущей, для чего используются сигналы ВХ, ВW, ВПП и РИ.

Триггер маски (ТМ) блокирует анализ сигналов выполнения команд на время передачи очередной команды в приемный регистр и дешифрирования кода операции.

#### IV - 4. Режим комплексной проверки

В режиме комплексной проверки осуществляется имитация полного цикла сканирования, включая подготовительные операции и сам процесс измерения, то-есть проверяется функционирование прибора в условиях, максимально приближенных к рабочим.

Работа имитатора в режиме комплексной проверки (РКП) представлена на логической диаграмме (рис.22) и на полной логической схеме имитатора (рис.23).

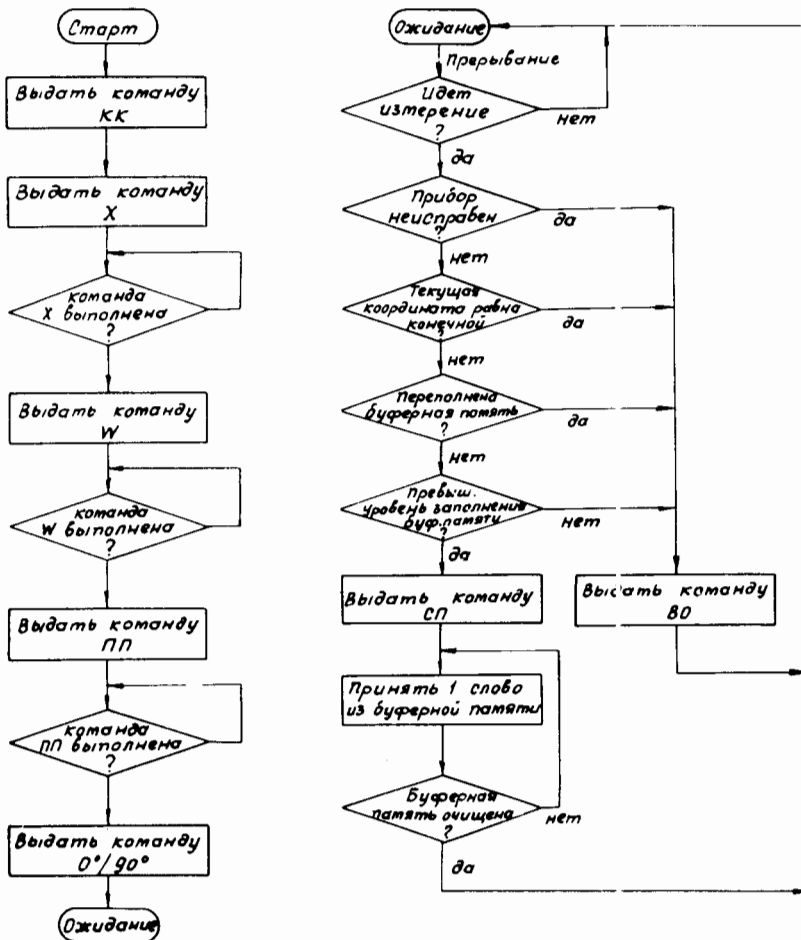


Рис.22. Логическая последовательность работы имитатора ЭВМ в режиме комплексной проверки.

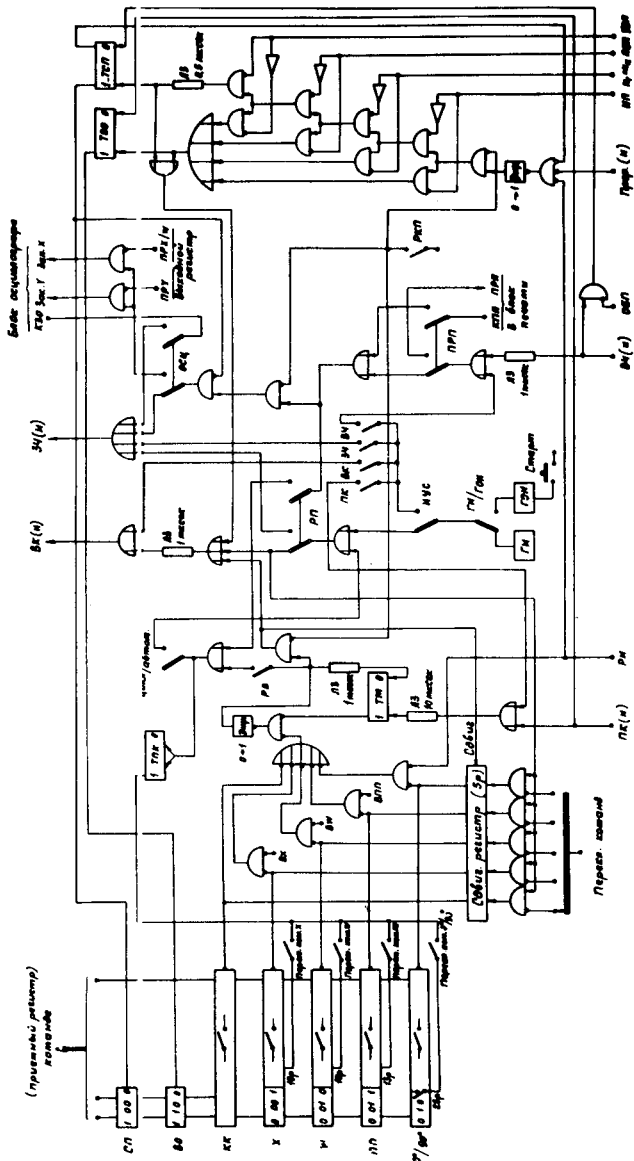


Рис.23. Логическая схема имитатора ЭВМ.

Перед началом работы производится установка электронных схем СА и измерительного стола в нулевое положение. На тумблерных регистрах набираются соответствующие команды "КК", "Х", "W", "ПП", "0°"/"90°" и нажимается кнопка "Старт".

Предусматривается возможность вывода информации, полученной во время сканирования, на электронно-лучевую трубку с запоминанием (Включение тумблера ОСЦ).

### УП. БЛОК ПЕЧАТИ

При работе с имитатором ЭВМ команды, поступающие из имитатора, и содержимое буферной памяти могут быть распечатаны в восьмеричном коде с помощью цифропечатающего механизма БЗ-15.

БЗ-15 представляет собой ротационное печатающее устройство, принцип действия которого показан на рис.24.

На валу цифропечатающего механизма находится цифровой барабан(1) и синхродиск (2) с 10 прорезями. Между цифровым барабаном и блоком печатающих молоточков (5) проходят красящая (6) и бумажная (7) ленты.

Весь цикл печати одного числа выполняется за 1 оборот цифрового барабана. Момент прохождения очередного ряда цифр над печатающими молоточками совпадает с выдачей сигнала с фотодиода (4), который через прорезь в синхродиске освещается лампой (3).

Цифровое устройство БЗ-15 приспособлено для печати показаний десятичных счетчиков методом досчета. За один оборот цифрового барабана генерируется 10 импульсов досчета (с фотодиода 4) и один импульс цикла, согласно временной диаграммы на рис.24.

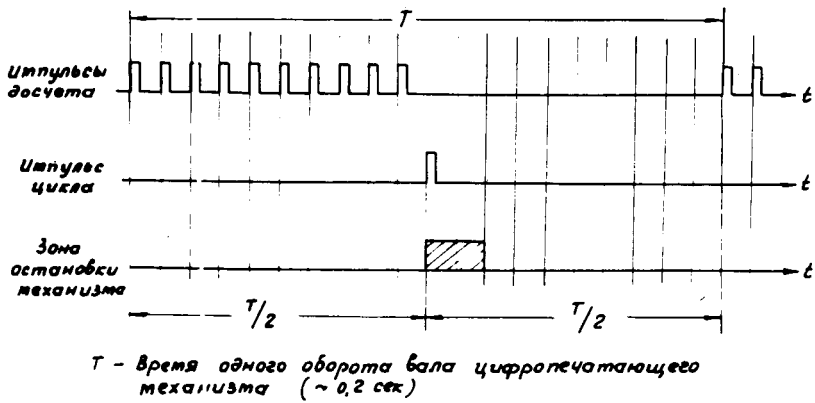
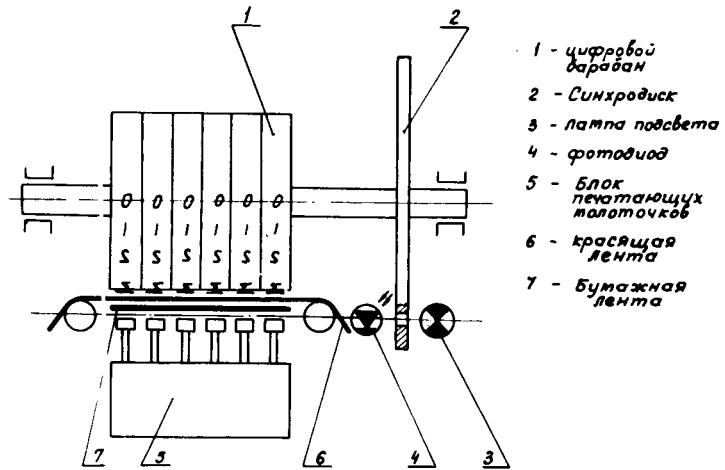


Рис.24. Принцип работы печатающего устройства БЗ-15.



Импульсы досчета подаются на входы цифровых декад, при этом связи между декадами блокируются. В момент перехода соответствующей декады в состояние "0" вырабатывается запускающий импульс, осуществляющий печать нужного знака.

БЗ-15 имеет 2 режима работы:

- а) непрерывный автоматический вывод группы чисел;
- б) вывод одного числа.

В автоматическом режиме цифрпечатающий механизм запускается внешним сигналом "ПУСК". По каждому сигналу "Цикл" производится подготовка к печати очередного числа. В конце печати группы чисел выдается внешний сигнал "СТОП".

В одиночном режиме импульс "Цикл" останавливает цифрпечатающий механизм.

В блоке печати СА БЗ-15 используется в автоматическом непрерывном режиме работы для печати чисел с приемного и выходного регистров.

Логическая схема блока печати приведена на рис.25.

При распечатке содержимого буферной памяти после занесения на выходной регистр СА очередного числа в блок печати поступает сигнал "Печать в режиме выдачи" (ПРВ). По этому сигналу устанавливается в "1" триггер ПРВ и запускается цифрпечатающий механизм.

Импульсы досчета подаются на вход счетчика СД, показания которого сравниваются с содержимым соответствующих разрядов выходного регистра. В случае равенства вырабатываются запускающие импульсы.

В связи с необходимостью печати чисел в восьмеричной форме, прорези в синхродиске, соответствующие цифрам 8 и 9, были закрыты,

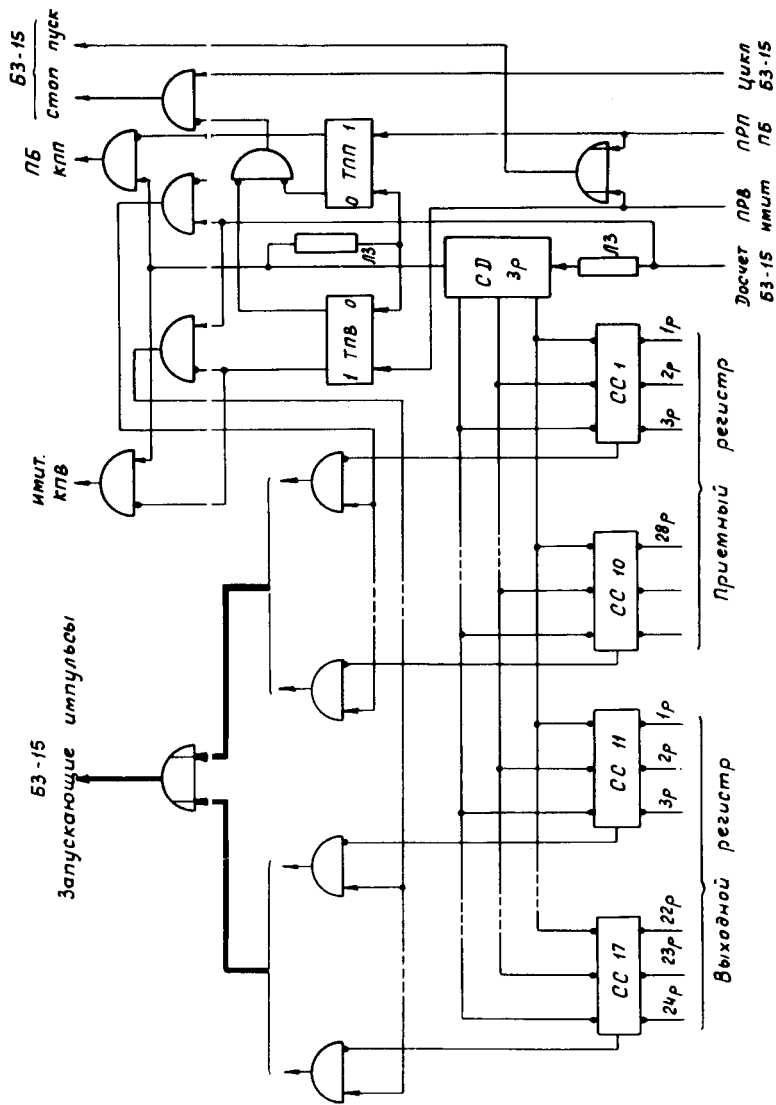


Рис.25. Логическая схема блока печати.

поэтому за один цикл печати из БЗ-15 поступают 8 импульсов досчета.

Последний импульс досчета возвращает счетчик СД в исходное состояние, при этом возникает импульс переноса, который формирует сигнал "конец печати в режиме вывода" (КПВ) и устанавливает в "0" триггер ТПВ.

По сигналу КПВ готовится к печати очередное число и снова выдается импульс ПРВ.

После распечатки последнего числа в ответ на сигнал КПВ импульс ПРВ не выдается. В этом случае импульсом цикла формируется сигнал "СТОП".

Печать чисел с приемного регистра происходит аналогично, только используются триггер печати в режиме приема (ТПП) и сигналы "печать в режиме приема" (ПРП) и "конец печати в режиме приема" (КПП).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Устройство управления вместе с другими блоками сканирующего автомата смонтировано и установлено в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ. В качестве функциональных элементов были использованы стандартные ячейки вычислительной машины БЭСМ-4. Общий объем электроники устройства управления составляет ~ 800 ячеек.

Комплексные испытания сканирующего автомата на линии с ЭВМ CDC 1604A позволили произвести отладку всех узлов системы по реальным снимкам и определить основные рабочие характеристики.

Некоторые результаты испытаний приведены в /I/.

## 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, IO-4513, Дубна, 1969 г.

2. V. W. Evershed. CERN 63-21, Geneva 1963.

3. В.Д.Инкин, К.А.Каржавин, В.М.Котов, В.К.Ляпустин, В.И.Устинов, Ю.И.Сусов.

Сообщения ОИЯИ, IO-4770, Дубна, 1969 г.

4. A. Starzynski. CERN-DD/DA/65/22, 1965.

5. HPD MARK IIa bubble chamber film track measuring machine. General specification.

Sogenique (service) Limited  
Newport Pagnell, Bucks  
WHJ/DCA/21.10.1965

Рукопись поступила в издательский отдел  
25 июня 1970 года.