

И-653

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна



10 - 4770

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

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ  
И АВТОМАТИЗАЦИИ

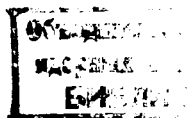
ОТСЧЕТНЫЙ КАНАЛ  
СКАНИРУЮЩЕГО АВТОМАТА (СА)  
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КАМЕРНЫХ ФОТОГРАФИЙ

1969

10 - 4770

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

ОТСЧЕТНЫЙ КАНАЛ  
СКАНИРУЮЩЕГО АВТОМАТА (СА)  
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КАМЕРНЫХ ФОТОГРАФИЙ



8175/2  
up

## В в е д е н и е

В ОИЯИ разработана установка для автоматического измерения снимков с пузырьковых камер, называемая сканирующим автоматом (СА)/1/.

В данной работе рассматривается отсчётный канал СА, регистрирующий координаты середин треков при пересечении их движущимся световым пятном. Для определения координат используется опорный сигнал, возникающий при движении этого же светового пятна по отсчётной чёрно-белой решетке с шагом  $25 \text{ мкм} \pm 1 \text{ мкм}$ , а также импульсы интерполяционного генератора для точного определения середины трека. Канал рассчитан на работу в составе СА при скорости вращения сканирующего диска 3000 об/мин, при этом длительность рабочего хода развертки ("светлый период") составляет 2 мсек, длительность мертвого хода ("темный период") - 0,5 мсек и частота синусоидальных сигналов с отсчётных решеток  $\approx 1 \text{ Мгц}$ .

В отсчётном канале определяются две основные величины:

- 1) координата середины трека по отношению к ближайшему после окончания трекового сигнала опорному импульсу;
- 2) координата, соответствующая этому опорному импульсу (Y-координата).

Окончательно координата середины трека вычисляется в суммирующем устройстве СА.

Кроме того, в отсчётном канале вырабатываются некоторые вспомогательные сигналы, необходимые для управления самим отсчётным каналом, буферной памятью и связью сканирующего автомата с ЭВМ.

В электронных схемах отсчётного канала использована система элементов от ЭВМ БЭСМ-4, в ряде быстрых схем канала - специально разработанная система элементов на частоту до 10 Мгц.

Описание системы элементов на 10 Мгц и принятая система условных обозначений даны в Приложении.

## 1. Структурная схема отсчётного канала

Структурная схема электроники отсчётного канала приведена на рис.1.

В СА скорость сканирования выбрана равной 3000 об/мин. сканирующего диска при скорости движения светового пятна 25 мкм/мксек, что соответствует частоте повторения опорных импульсов с отсчётной решетки 1 Мгц и длительности импульсов от треков 0,5-2 мксек. При заданной точности отсчёта, равной 1,6 мкм, частота интерполяционного генератора равна 8 Мгц. В процессе сканирования снимка сигналы от треков и отсчётных решеток для одного из видов сканирования (при  $0^\circ$  или  $90^\circ$ ) снимаются с одной из пар ФЭУ соответственно.

Решетковые сигналы поступают на схему обработки этих сигналов, которая формирует из них опорные импульсы с частотой в 1 Мгц. Эти импульсы поступают на  $Y$  - счётчик, кроме того, они же используются для управления работой триггеров А, В, С, D, F и для формирования вспомогательных импульсов, обеспечивающих запись  $Y$  - координат треков и буферную память СА. Формирователь темного периода служит для получения импульса ТП, соответствующего нерабочему ходу развертки, и для выработки импульсов начала и конца темного периода. Импульсы начала ТП используются для формирования стробов  $X$ ,  $W$ ,  $Y_{пол}$ . Строб

$Y_{пол}$  записывает в буферную память контрольную координату  $Y_{пол}$  соответствующую полной длине линии сканирования, постоянство которой в процессе работы характеризует правильность работы отсчётного канала.

Импульсы  $X$ ,  $W$  и специальные схемы счётчиков  $X$ ,  $W$  формируют стробы  $X$  и  $W$ , необходимые для записи в буферную память показаний этих счётчиков, т.е. координат измерительного стола.

Импульс ТП используется также в схеме управления плотностью сканирования, с помощью которой ЭВМ может регулировать количество поступающей информации, записывая в буферную память СА либо все данные сканирования, либо данные с каждой 2-ой, 4-ой или 8-ой строки развертки.

Схема обработки трековых сигналов содержит усилитель, автоматический регулятор порога и формирователь сигналов от треков. Управление порогом осуществляется ЭВМ для получения оптимального потока информации со сканируемого снимка. В схеме обработки трековых сигналов для устранения шумов ФЭУ применен фильтр с частотой отсечки, равной приблизительно 1,2 МГц.

Сформированные трековые сигналы, опорные импульсы и импульс ТП поступают на схему управляющих триггеров ABCDF. Эти триггеры обеспечивают необходимую временную последовательность работы интерполирующей системы, состоящей из интерполяционного генератора, двух схем "И", триггера  $T_{g1/2}$  и интерполяционного счётчика, и вырабатывают  $Y_{\text{строб}}$  для занесения показания интерполяционного счётчика и  $Y_{\text{счётчика}}$  в буферную память.

Принцип работы триггеров ABCDF и их логическая схема будут описаны ниже.

Подробная логическая схема отсчётного канала приведена на рис.2.

## II. Канал обработки трековых сигналов

### 1. Блок-схема (рис.3)

Сигналы с фотоумножителей (ФЭУ) поступают на коммутатор. По команде из ЭВМ коммутатор подключает к схеме обработки либо фотоумножитель, регистрирующий трековые сигналы нормального сканирования (ФЭУ "0°"), либо фотоумножитель дополнительного сканирования (ФЭУ "90°"). При наладке системы на коммутатор подаются сигналы от имитатора.

С коммутатора трековые сигналы идут на схему регулировки порога, позволяющую регулировать уровень сигналов как вручную, так и автоматически от ЭВМ.

Со схемы регулировки порога сигналы поступают на усилитель с коэффициентом усиления 3+4 и фильтр, снижающий шумы фотоумножителя.

Далее сигналы подаются на схему формирования импульсов трека.

## 2. Фотодатчики и коммутатор трековых сигналов

Трековые сигналы поступают с фотоумножителей типа 150A VP. Питание фотоумножителей осуществляется от выпрямителей типа ВСВ-2.

Рабочее напряжение  $U = - (1500 + 1800)$  в. Схема делителя к фотоумножителю представлена на рис. 4.

В оптико-механической части СА, вблизи фотоумножителя, монтируется эмиттерный повторитель (см. рис. 5). Выход эмиттерного повторителя ( $\Phi 1$ ) рассчитан на работу с кабелем типа РК-100-7-11 (длина  $\approx 20$  м), нагруженным на согласующее сопротивление  $R = 100$  ом.

Коммутатор (см. рис. 6) предназначен для коммутирования сигналов в зависимости от вида сканирования. Вид сканирования выбирается по команде из ЭВМ. При подаче на вход  $v_9$  уровня - 10 в, а на вход  $a_2$  уровня 0 в на выходе коммутатора будут сигналы нормального сканирования -  $0^\circ$ . При изменении уровней на обратные на выходе будут сигналы дополнительного сканирования -  $90^\circ$ .

Кроме этого, на коммутатор при проверке системы подается сигнал от имитатора (вход  $a_6$ ). Трековый сигнал снимается с выхода эмиттерного повторителя ПП<sub>1</sub> ( $v_7$ ), повторитель ПП<sub>2</sub> используется для подачи сигналов на контрольный осциллограф.

На вход эмиттерного повторителя ПП<sub>3</sub> подается дифференцированный сигнал; диоды Д<sub>8</sub>, Д<sub>9</sub> служат для привязки уровня напряжения с ФЭУ к нулевому потенциалу. Напряжение с выхода  $a_4$  используется в схеме регулировки порога.

### 3. Регулировка порога

Регулировка порога (см. рис. 7) может осуществляться как автоматически, так и вручную. Сигнал с коммутатора трека поступает на два эмиттерных повторителя (ПП<sub>2</sub> и ГП<sub>3</sub>).

С выхода первого эмиттерного повторителя ПП<sub>2</sub>, после интегрирования цепью Д<sub>1</sub>, С<sub>1</sub>, устраняющей трековые сигналы, огибающая напряжения с ФЭУ подается на вход схемы автоматической и ручной регулировки (рис. 8) и с выхода этой схемы — на вход в<sub>2</sub> и затем через эмиттерный повторитель ПП<sub>4</sub> — на диод Д<sub>3</sub>. Исходный уровень этого напряжения устанавливается в процессе настройки схемы потенциометром R<sub>4</sub>. Со второго эмиттерного повторителя ПП<sub>3</sub> трековые сигналы поступают на диод Д<sub>2</sub>. Диоды Д<sub>2</sub> и Д<sub>3</sub> работают таким образом, что на сопротивлении R<sub>9</sub> выделяются трековые сигналы только в том случае, если их потенциал превышает уровень, заданный схемой автоматической и ручной регулировки.

На рис. 9 изображена диаграмма напряжений на диодах Д<sub>2</sub> и Д<sub>3</sub> и выходного напряжения с повторителя ПП<sub>5</sub>.

Схема регулировки порога одновременно обеспечивает автоматическую регулировку уровня по строке, компенсируя неравномерность яркости бегущего луча по строке или неравномерность освещения объема пузырьковой камеры, которые приводят к одновременному снижению уровней фона и трековых сигналов.

Схема автоматической и ручной регулировки позволяет изменять напряжение, которое поступает со схемы регулировки порога на вход в<sub>4</sub>, как вручную при помощи потенциометра, расположенного на выносном пульте, так и с помощью подачи шестиразрядного кода на входы а<sub>3</sub>, а<sub>2</sub>, в<sub>2</sub>, а<sub>5</sub>, в<sub>1</sub> и а<sub>4</sub>, с дешифратора команд ЭВМ, расположенного в системе управления СА.

Выносной пульт (см. рис. 10) находится в контрольной стойке (стойка №7). В нем расположены многооборотные потенциометры R<sub>1</sub> и R<sub>2</sub> и лампочки контрольной индикации.

Потенциометрами производится ручная регулировка порога, а индикация указывает гид сканирования. Переключение потенциометров и лампочек индикации осуществляется по команде от ЭВМ.

#### 4. Усилитель трековых сигналов и фильтр

На вход  $a_2$  усилителя трековых сигналов (см. рис. 11) поступают сигналы со схемы регулировки порога. Первые два каскада усилителя - эмиттерные повторители, выполненные на диодах ПП1 и ПП2.

Третий каскад ПП3 - усилительный с коэффициентом усиления 3+4. Последний каскад ПП4 - эмиттерный повторитель, нагрузкой которого является фильтр (см. рис. 12).

Номиналы элементов фильтра выбираются в зависимости от скорости оборотов диска. Номиналы на схеме приведены для  $n = 3000$  об/мин.

Полоса пропускания фильтра  $\approx 1,2$  МГц.

#### 5. Схема формирования импульсов трека

Для формирования импульсов трека используется так называемая схема с двойной задержкой, разработанная в ЦЕРНе<sup>/2/</sup>. Импульс трека после фильтра задерживается на время  $\Delta T = 0,7$  мксек. Этот же импульс задерживается еще раз такой же линией задержки. Таким образом, он оказывается задержанным на  $2\Delta T$  по отношению к исходному. Первый и третий импульсы с помощью делителя уменьшаются по амплитуде на 10-15%, и, кроме этого, основания импульсов ограничиваются на величину  $\Delta V$ , превышающую порог срабатывания дифференциальных усилителей ДУ. Эти импульсы подаются на входы 2 дифференциальных усилителей: на вход I-го - импульсы 1 и 2, на вход II-го - импульсы 2-3. На рис. 13 показан принцип формирования импульсов на дифференциальных усилителях. Импульс трека (ДУ-I и ДУ-II) получается в результате логического умножения импульсов с ДУ-I и ДУ-II.

Схема двойной задержки изображена на рис. 14. Потенциометр  $R_9$  служит для регулировки уровня  $\Delta U$ .

С помощью сопротивления  $R_5$  и потенциометра  $R_{11}$  регулируются амплитуды I-го и III-го импульсов. Схема дифференциального усилителя приведена на рис. 15.



С выходов дифференциальных усилителей сигналы через стандартные схемы ПЭМ и ИЗ поступают на запуск триггера  $A$ .

### III. Канал обработки сигналов с отсчётных решеток

#### 1. Блок-схема (рис.16)

Сигналы с ФЭУ отсчётных решеток поступают на коммутатор.

С коммутатора сигнал подается на резонансный усилитель и формирователь импульсов темного периода.

Резонансный усилитель содержит колебательный контур с добротностью  $Q = 15 + 20$ , настроенный на частоту входящих сигналов. Задачей резонансного усилителя является формирование синусоидальных колебаний хорошей формы с устранением разрывов и провалов, которые могут быть в исходном сигнале из-за дефектов измерительной решетки или наличия пылинок в оптическом канале.

Далее из синусоидальных сигналов формируются сигналы прямоугольной формы, которые используются для получения счётных импульсов  $Y$  -счётчика.

Из сигнала, поступающего с ФЭУ через коммутатор, формирователь темного периода формирует импульсы темного периода. С формирователя темного периода импульсы подаются на схемы отсчётного канала.

#### 2. Фотодатчики и коммутатор решетковых сигналов

Решетковые сигналы поступают с фотоумножителей типа 150AVP. Схемы делителей к ФЭУ, эмиттерных повторителей, коммутатора и их работа аналогичны схемам канала трековых сигналов.

В коммутаторе решетковых сигналов (см. рис. 17) отсутствует каскад дифференцирования. С выхода  $B_7$  сигнал поступает на резонансный усилитель и формирователь импульсов темного периода. С выхода  $B_4$  сигнал подается на контрольный осциллограф.

### 3. Резонансный усилитель

Резонансный усилитель (см. рис. 18) выполнен на триоде ПП<sub>1</sub> (П416А) с контуром  $L_1$ ,  $C_3$  и  $C_4$ .

Контур настраивается на частоту решеткового сигнала в зависимости от скорости вращения диска СА.

Подстройка контура в небольших пределах производится изменением величины индуктивности. На входе резонансного усилителя используется дифференцирующая цепочка  $C_1$ ,  $R_1$ ,  $D_1$  для устранения импульса темного периода.

С контура синусоидальные колебания через эмиттерный повторитель (ПП<sub>3</sub>) поступают на выходной каскад (ПП<sub>4</sub>).

Выходной каскад является усилителем - ограничителем для формирования из синусоиды сигналов прямоугольной формы. Рабочая точка усилителя-ограничителя устанавливается потенциометром  $R_{16}$ .

Каскад, собранный на триоде ПП<sub>5</sub>, - стабилизатор напряжения смещения, которое подается на базу эмиттерного повторителя ПП<sub>3</sub>.

### 4. Формирователь темного периода

С коммутатора сигнал идет на эмиттерный повторитель ПП<sub>1</sub> (рис. 19). С выхода эмиттерного повторителя сигнал подается на дифференцирующую цепочку  $R_{12}$ ,  $C_7$ , и с помощью диода  $D_2$  на сопротивлении  $R_{13}$  выделяется задний фронт импульса темного периода. Емкости  $C_2$  и  $C_8$  служат для фильтрации синусоидальных колебаний. Триод ПП<sub>5</sub> - усилитель импульсов конца темного периода. Диод  $D_3$  на входе усилителя служит для восстановления постоянной составляющей. В каскадах формирования начала темного периода предусмотрена защита от паразитных сигналов, возникающих при попадании пылинок в оптический канал СА. Размеры пылинок обычно не превосходят величин порядка нескольких микрон (до 10 микрон). Для устранения этих помех используется схема сравнения на эмиттерных повторителях ПП<sub>2</sub>, ПП<sub>3</sub>. На базу триода ПП<sub>3</sub> подается сигнал с линии задержки Л 3.1. Величина задержки 8 мксек. Таким образом, сигналы, имеющие длительность меньше, чем время задержки, схемой сравнения не пропускаются. С общей эмиттерной нагрузки  $R_5$  сигнал поступает на дифферен-

цирующую цепочку  $C_3$ ,  $R_7$ ; далее - на усилитель импульса начала темного периода.

Для формирования импульса темного периода используются импульсы начала и конца темного периода, которые запускают одновибраторы ОВ I и ОВ II (рис. 20). Импульс темного периода формируется на схеме "И", выполненной на инверторах, куда подаются сигналы одновибраторов с потенциальных выходов. Диаграмма работы формирователя импульса темного периода показана на рис. 21. Длительность импульса одновибратора ОВ II выбрана равной 70% длительности рабочего хода развертки (так называемого светлого периода), тем самым обеспечивается дополнительная защита от различных паразитных сигналов во время рабочего хода луча, которые могут вызвать появление ложного импульса ТП. Линии задержки Л 3.1 и Л 3.2 служат для подстройки положения начала и конца темного периода относительно опорных импульсов. Одновибраторы ОВ I и ОВ II имеют импульсные выходы, соответствующие передним фронтам сигналов. С одновибратора ОВ II выдается импульс конца темного периода.

Импульс начала темного периода (ОВ I) задерживается линиями Л 3.3 и Л 3.4. Задержанный и незадержанный импульсы начала темного периода используются для формирования  $X$ ,  $W$ ,  $Y$  - стробов, импульсов сброса счётчиков и др.

Общая принципиальная схема системы обработки сигналов показана на рис. 22.

#### IV. Формирование импульсов для определения середины трека

В состав схемы (см. рис. 23) входят управляющие триггеры ABCDF, интерполяционный генератор и схема формирования импульсов половинной и полной частоты для определения координаты середины трека по отношению к опорным импульсам.

## 1. Управляющие триггеры ABCDF (рис.23)

Триггер А предназначен для формирования трекового импульса после дифференциальных усилителей канала обработки трекового сигнала. Сигнал с выходов дифференциальных усилителей I и II формируется на схеме "И" и подается на потенциальные входы триггера А. В качестве триггера А используется триггер Тг-3 с отключенными внутренними связями, управляющими входной диодной логикой триггера.

Для обеспечения работы схемы считывания координат из буферной памяти в светлый период импульс триггера А задерживается на 900 нсек, а с помощью триггера D формируется вспомогательный импульс запрета считывания. Триггер D устанавливается в "1" передним фронтом импульса А, установка триггера D в "0" производится задним фронтом задержанного импульса А при наличии задержанного на 900 нсек импульса D и отсутствии импульса А. Задержанный импульс А используется для запуска триггеров В и С.

Триггер В запускается передним фронтом задержанного импульса А при отсутствии импульса С и наличии импульса D. Установка триггера В в "0" производится задержанным импульсом триггера F при наличии импульса С.

Импульс В используется для стробирования интерполяционного генератора и управления триггером Тг 1/2.

Триггер С устанавливается в "1" при наличии импульса В и отсутствии импульса А. Сброс триггера С производится задержанным опорным импульсом при отсутствии сигнала В. Импульс С используется для управления триггером Тг 1/2 и сброса интерполяционного счётчика в "0". Триггер F устанавливается в "1" опорным импульсом при наличии сигнала С, сброс триггера F производится задержанными опорными импульсами при отсутствии импульса В.

Импульс F используется в качестве строба для записи координат Y в буферную память. С помощью линии задержки ЛЗ-1 можно изменять временное положение этого строба по отношению к импульсу В. Импульс F совместно с импульсами D и В формирует сигнал запрета

считывания, обеспечивая тем самым приоритет записи. Временная диаграмма работы управляющих триггеров приведена на рис. 24.

## 2. Интерполяционный генератор и входные цепи интерполяционного счётчика

На рис. 25 приведена логическая схема входных цепей интерполяционного счётчика. Интерполяционный генератор ГИ-8 стробируется импульсом триггера В. Импульс, сформированный из импульсов В и С (логическая функция  $V\bar{C}$ ), пропускает через схему "И" сигнал с ГИ-8 на триггер Тг 1/2, который формирует импульсы половинной частоты. На другую схему "И" подается сигнал  $V\bar{C}$ . Таким образом, на схеме "ИЛИ" образуется последовательность импульсов, характеризующая координату середины трека относительно опорного импульса. Далее из этих сигналов формируются импульсы длительностью 40 нсек, которые поступают на вход интерполяционного счётчика. Для увеличения в два раза точности отсчёта до формирователя импульсов параллельно интерполяционному счётчику подключен потенциальный триггер. Этот триггер служит для запоминания уровня сигнала интерполяционного генератора в момент окончания импульса В.

## V. Интерполяционный счётчик и счётчик Y

Эти счётчики выполнены по схеме с параллельно-последовательным переносом сигналов. Счётчики состоят из групп по 4 разряда с параллельным переносом. Связь между группами последовательная. На рис. 26 показана логическая схема интерполяционного счётчика. В счётчике 9 разрядов. С выхода каждого разряда счётчика через инверторы сигналы "0" и "1" подаются на вход буферной памяти. Сброс счётчика осуществляется задним фронтом импульса триггера С. Интерполяционный счётчик устанавливается в "0" в конце светлого периода.

Счётчик Y построен по аналогичной схеме и имеет 12 разрядов. Сброс счётчика осуществляется импульсом начала темного периода, задержанным на 4 мсек.

## VI. Формирование импульсов для записи координат в буферную память

Логическая схема формирования импульсов записи приведена на рис. 27.

Для записи координат  $X$ ,  $W$  и контрольного числа  $Y_{\text{пол}}$  (это число соответствует полной длине строки) используются стробы  $X$ ,  $W$   $Y_{\text{пол}}$ , которые формируются из импульса начала темного периода.

Для получения строба  $Y_{\text{пол}}$  импульс начала темного периода задерживается на 2 мксек, далее из этого импульса вырабатываются обращения к буферной памяти СО и сигнал записи ЗП для записи координаты  $Y_{\text{пол}}$  в буферную память. Строб  $Y_{\text{пол}}$ , задержанный на 2 мксек, устанавливает  $Y$ -счётчик в "0".

Для получения  $X$ ,  $W$ -стробов формируется импульс, задержанный относительно начала темного периода на 4 мксек, затем этот импульс поступает на счётчики  $X$ ,  $W$  для переноса показаний этих счётчиков в регистр, который является входным регистром буферной памяти. При занесении каждой из этих координат вырабатываются  $X$  строб и  $W$  строб соответственно. Далее эти стробы поступают на схему формирования СО и ЗП. Временная диаграмма стробов записи приведена на рис. 28.

На схему формирования импульсов СО и ЗП поступает также и  $Y$  строб.

Режим записи  $Y$ -координат имеет приоритет, и запись всегда производится сразу после окончания импульса  $V$ , когда триггер  $F$  вырабатывает  $F$  строб.

## VII. Формирование импульсов считывания координат из буферной памяти

Схема формирования импульсов считывания изображена на рис. 29.

Считывание координат из буферной памяти может производиться как в темный период, для чего предусмотрен специальный генератор импульсов, так и в светлый.

Для обеспечения приоритета записи  $Y$  -координат и необходимой временной задержки при переходе от режима записи к режиму считывания импульсы считывания в светлый период формируются из сигналов, снимаемых с 3-го разряда  $Y$  -счётчика (частота повторения 125 кГц), при условии отсутствия сигналов  $D, B$  и  $F$ . Триггер Тг-3 обеспечивает необходимую задержку после окончания процесса записи, так как первый импульс, приходящий на триггер после окончания сигнала  $F$ , устанавливает его в "1" и разрешает на выходной схеме "И" прохождение только следующего импульса считывания. Таким образом, переход от режима записи к режиму считывания осуществляется с задержкой  $\geq 8$  мксек.

Считывание координат в темный период производится после записи в буферную память координат  $X$  и  $W$ , для чего после окончания записи включается генератор импульсов считывания в темный период.

### VIII. Управление плотностью сканирования

Управление плотностью сканирования производится от ЭВМ. Для этого используется 2-разрядный регистр плотности, в который заносятся данные о необходимой плотности сканирования при подаче команды  $0^0$  или  $90^0$ . После дешифрования сигналы с регистра поступают на входы схемы управления плотностью сканирования. Логическая схема схемы управления плотностью приведена на рис. 30.

Схема состоит из трехразрядного счётчика, трех схем "И" и схемы "ИЛИ".

На счётчик поступают импульсы начала темного периода, задержанные на время записи в буферную память координат  $Y_{\text{пол}}$ ,  $X$  и  $W$ .

Сигнал на входе 1 разрешает запись координат  $Y$ ,  $Y_{\text{пол}}$ ,  $X$  и  $W$  на каждом скане.

При подаче сигнала на вход 2 схема "ИЛИ" вырабатывает разрешающий сигнал только на каждом 2-ом скане, сигнал на входе 3 разрешает запись координат на каждом 4-ом скане, сигнал на входе 4 - на каждом восьмом.

Сигнал со схемы "ИЛИ" поступает на Тг-А и на схему формирования сигналов записи С.О и ЗП .

### Приложение

#### Система элементов для схем определения середины трека

В схеме формирования импульсов для определения середины трека, в интерполяционном и Y счётчиках и в части быстрых схем канала обработки решетковых сигналов применена система элементов на 10 Мгц. Эта система элементов разработана с учётом возможности ее использования совместно с элементами системы БЭСМ-4.

#### 1. Потенциальный триггер типа ТГ-3

Триггер имеет два выхода незадержанного сигнала и два выхода задержанного сигнала. Задержка сигналов относительно друг друга составляет 60-70 нсек. Триггер имеет на каждом входе 4 - входовую потенциальную схему "И". Схема триггера дана на рис. 31. Характеристики Тг-3 следующие:

- а) Передний фронт незадержанного сигнала  $\leq 40$  нсек.
  - б) Задний фронт незадержанного сигнала  $\leq 30$  нсек.
  - в) Передний фронт задержанного сигнала  $\leq 40$  нсек.
  - г) Задний фронт задержанного сигнала  $\leq 70$  нсек.
  - д) Длительность входного сигнала 20 нсек + 60 нсек.
  - е) Предельная частота переключений по счётному входу 10 Мгц.
  - ж) Длительность задержки  $\leq 70$  нсек.
  - з) Амплитуда входного сигнала  $\geq 5$  в при  $f = 10$  Мгц. .
- и) Нагрузочная способность Тг-3 составляет 2Тг-3 или 4ИЗ на каждое плечо триггера.



## 2. Инвертор ИЗ

Ячейка ИЗ (рис. 32) состоит из трех инверторов, два из них четырехходовые, один - трехходовый. Характеристики инвертора приведены ниже:

- а) Передний фронт выходного сигнала  $\leq 20$  нсек .
- б) Задний фронт выходного сигнала  $\leq 15$  нсек .
- в) Длительность входного сигнала  $\geq 25$  нсек .
- г) Амплитуда входного импульса не менее 3,5 в .
- д) Амплитуда выходного импульса не менее 6,5 в .
- е) Нагрузочная способность - четыре инвертора ИЗ, 2 ТГ-3, 4-ЛЗИ, 4-И1, 4И<sub>2</sub> и т.д.

## 3. Инвертор задержки ЛЗИ

Инвертор задержки (рис. 34) состоит из двух одноходовых инверторов. Он имеет следующие характеристики:

- а) Передний фронт выходного сигнала  $\leq 25$  нсек .
- б) Задний фронт выходного сигнала  $\leq 20$  нсек .
- в) Длительность входного сигнала  $\geq 40$  нсек .
- г) Амплитуда входного сигнала  $\geq 3,5$  в .
- д) Амплитуда выходного сигнала  $\geq 6,5$  в .
- е) Нагрузочная способность 4-ИЗ, 4-ЛЗИ, 2-ТГ-3 .
- ж) Задержка = 40 нсек.

## 4. Генератор ГИ-8

Генератор ГИ-8 (рис. 33) выполнен на ЛЗИ. Для увеличения задержки использован кабель задержки РКЗ-400. Для получения частоты 8 Мгц задержка подобрана таким образом, чтобы суммарная задержка равнялась около 62,5 нсек.

## 5. Условные обозначения

На рис. 35, 36 приведены условные обозначения элементов, использованных в логических и принципиальных схемах.

*Л и т е р а т у р а*

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.А.Сусов, В.И.Устинов. Препринт ОИЯИ, 10-4513, Дубна, 1969.
2. F.Marciano. CERN DD/DA/65/18, 1965.

Рукопись поступила в издательский отдел

13 ноября 1969 года.

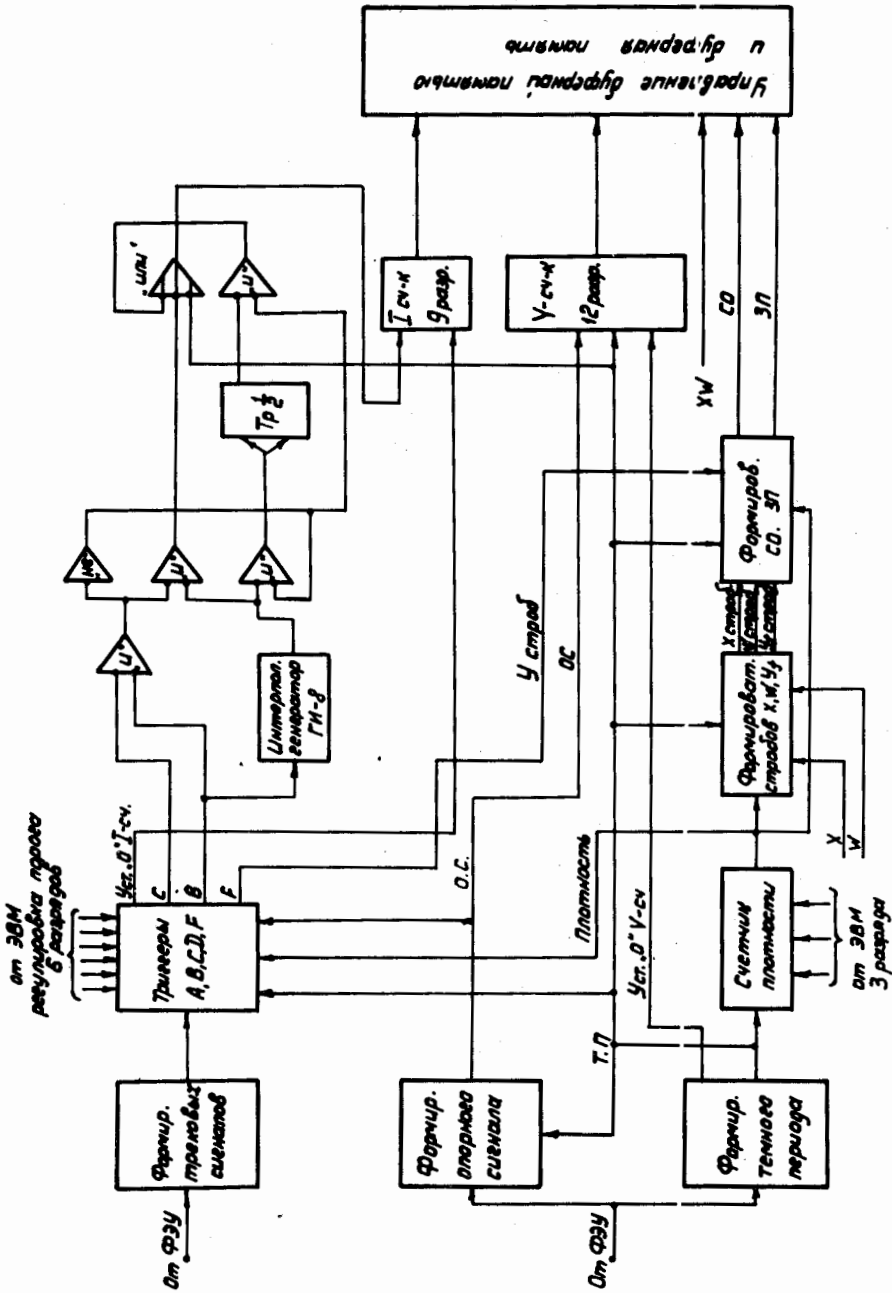


Рис. 1. Структурная схема отсчётного канала.

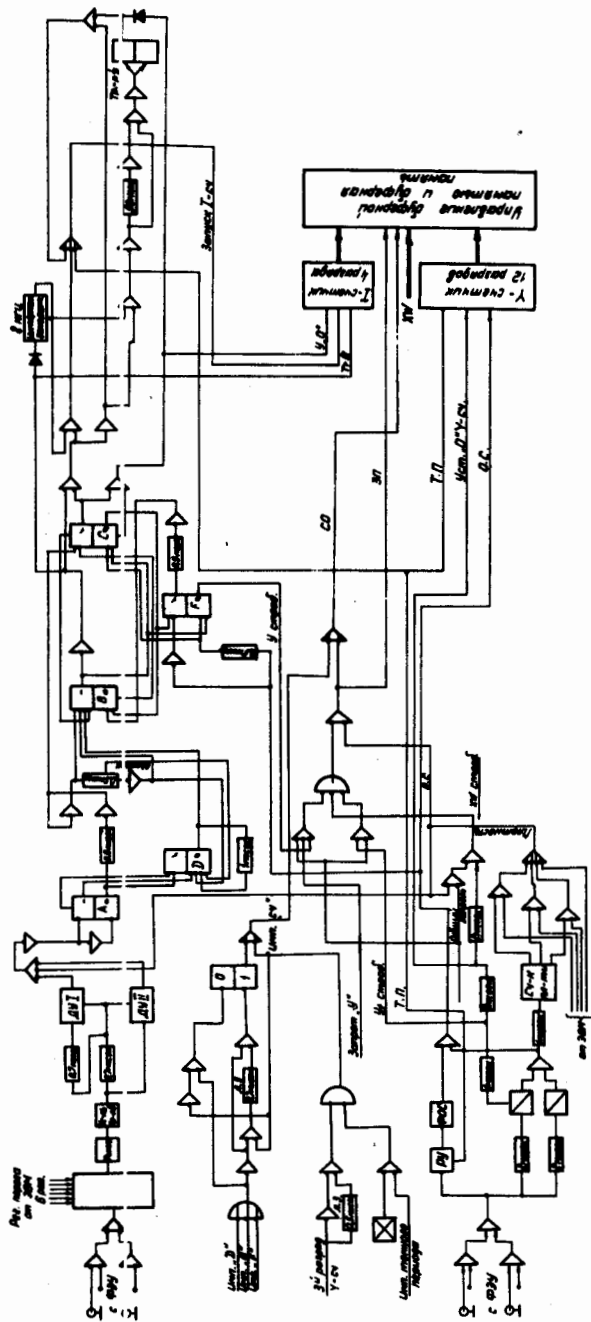


Рис. 2. Логическая схема отсчётного канала.

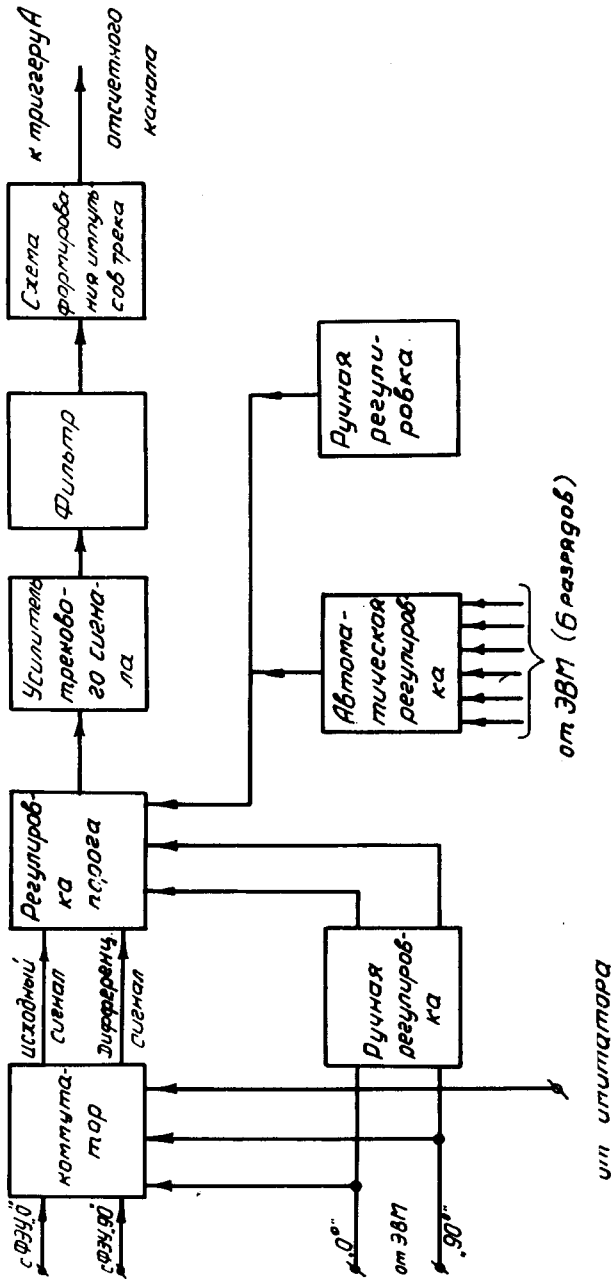


Рис. 3. Блок-схема формирования трекового сигнала.

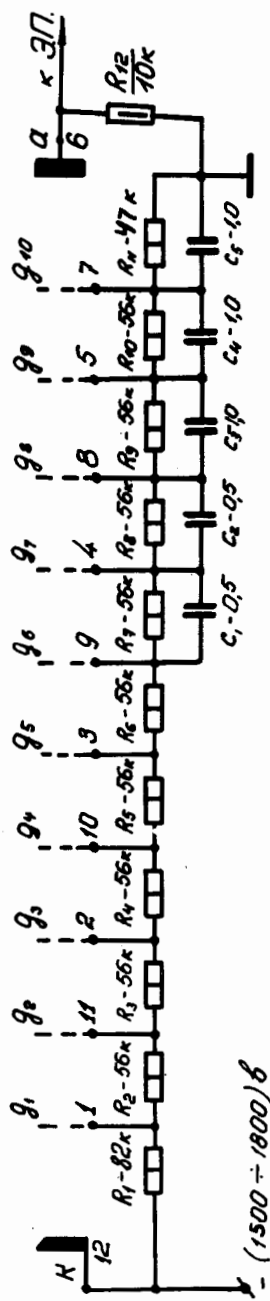


Рис. 4. Схема делителя к фотоумножителю 150 АФР.

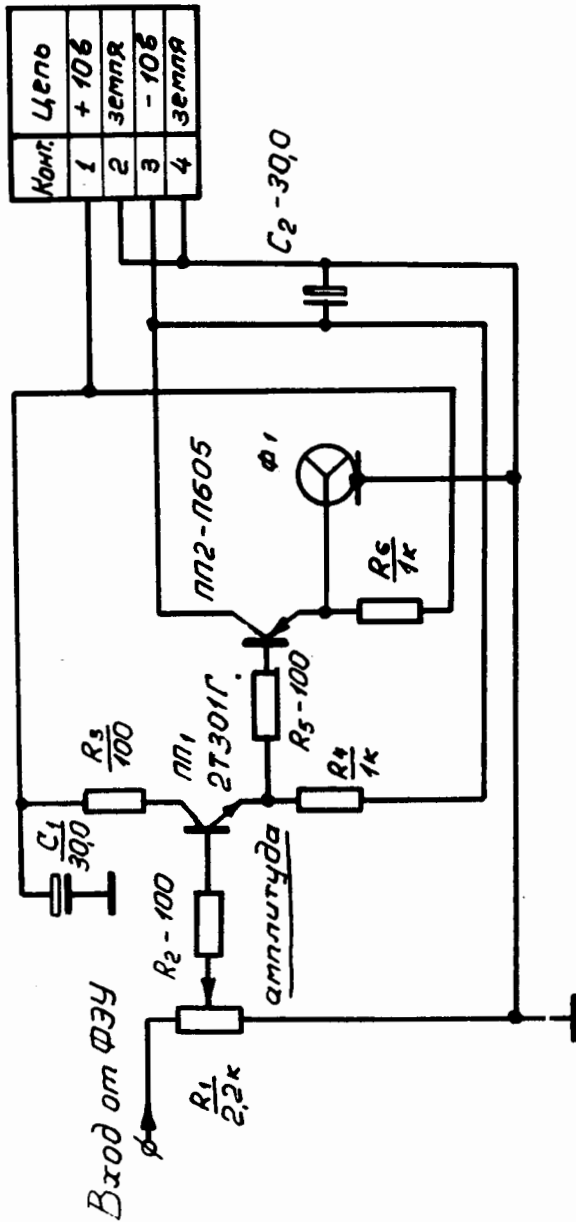


Рис. 5. Схема эмиттерного повторителя.

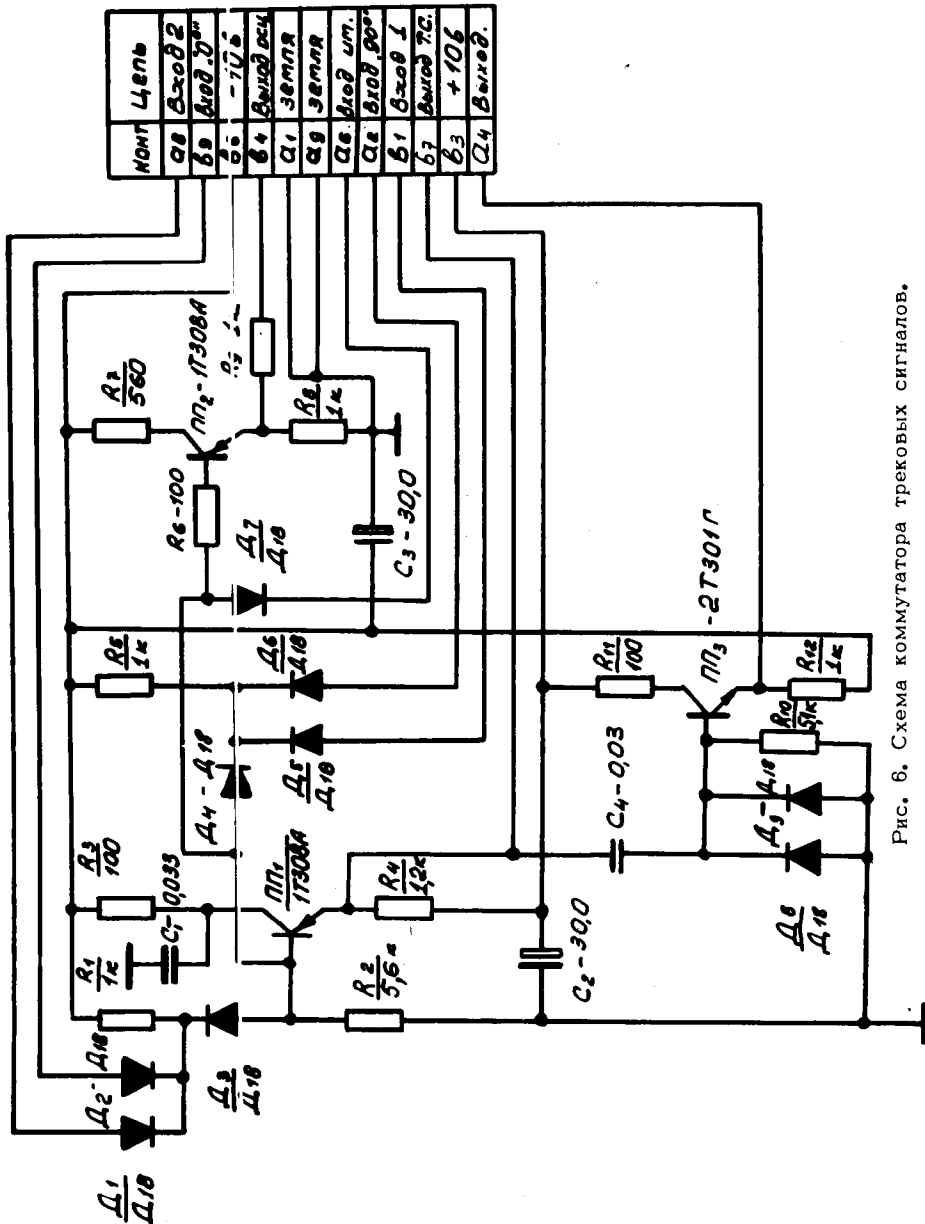


Рис. 6. Схема коммутатора трековых сигналов.



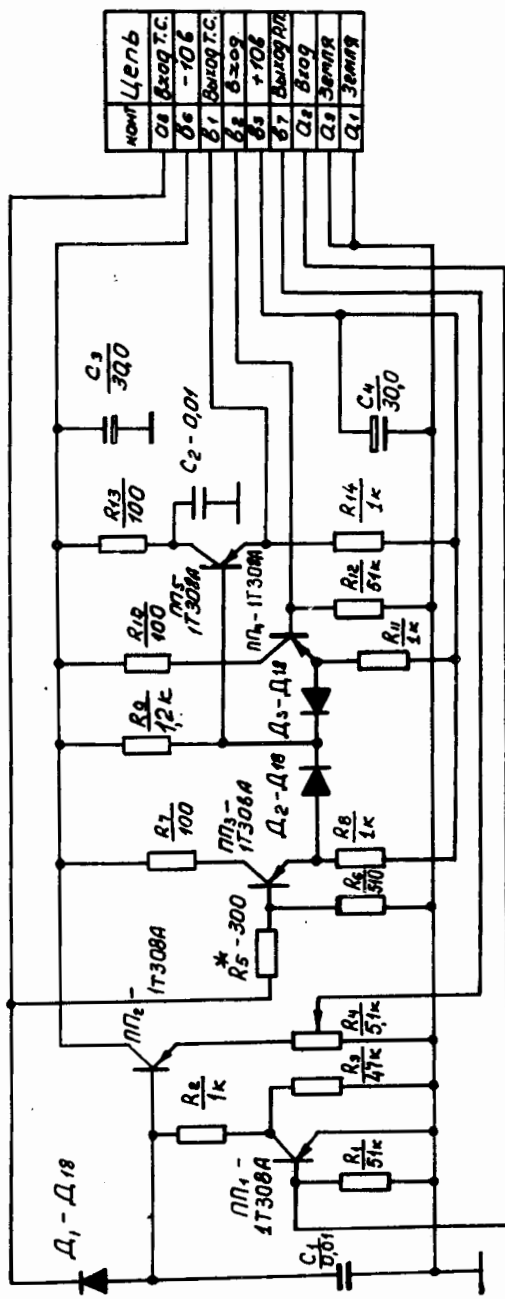
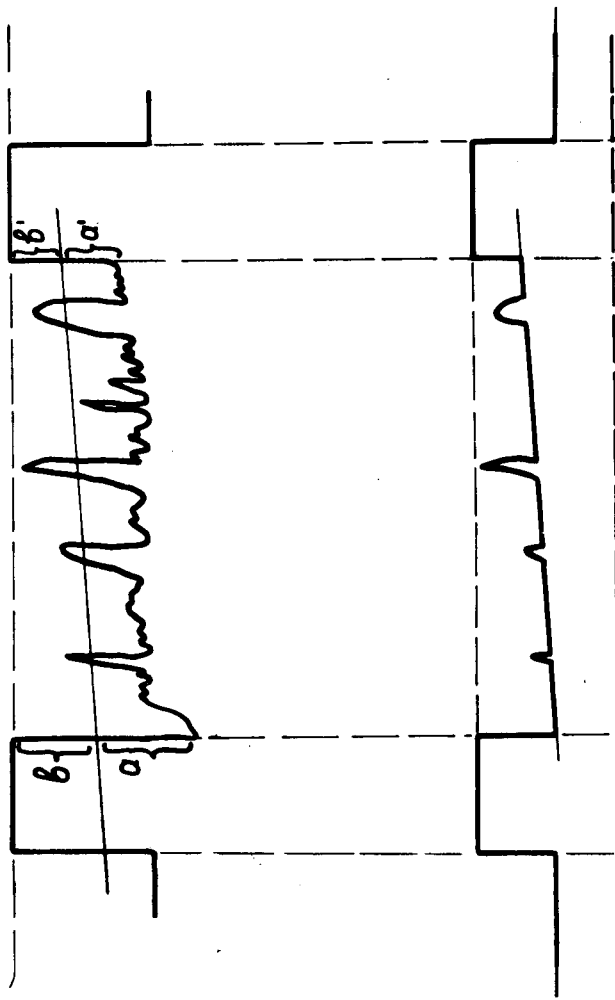


Рис. 7. Схема регулировки порога.



$$\frac{b}{a} = \frac{b'}{a'}$$

Рис. 8. Диаграмма работы схемы регулировки порога.

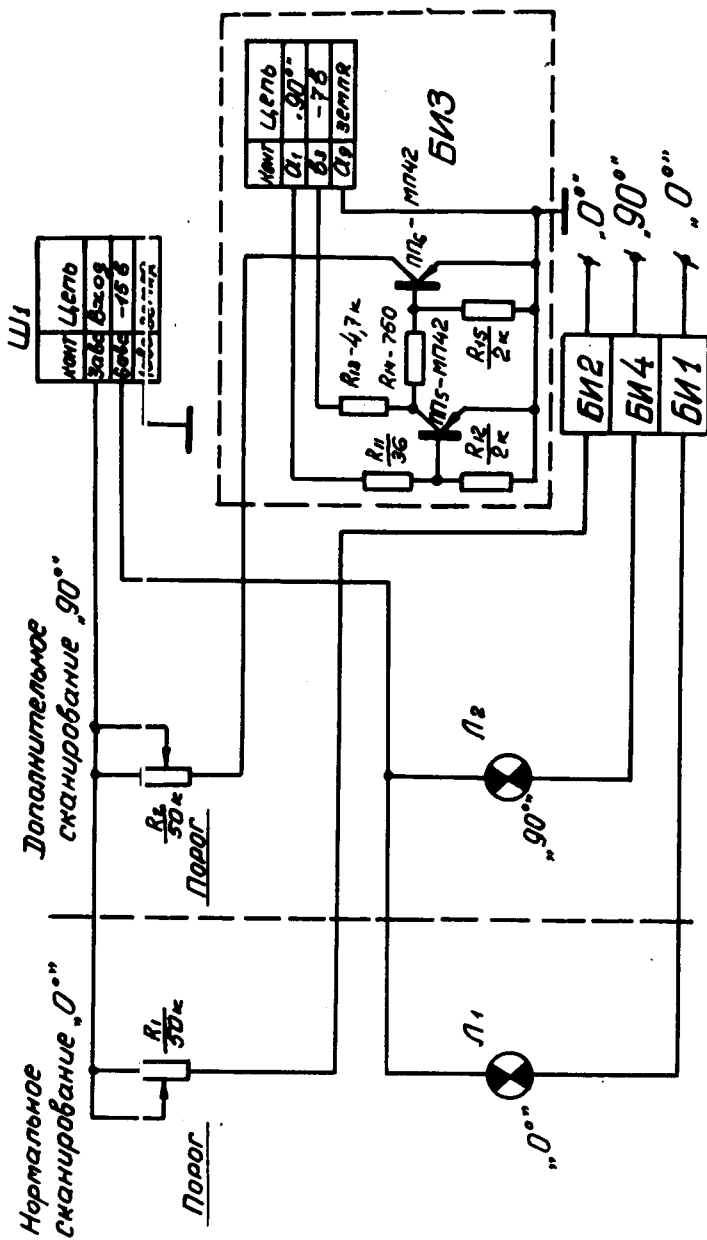


Рис. 10. Схема выносного пульта регулировки порога.

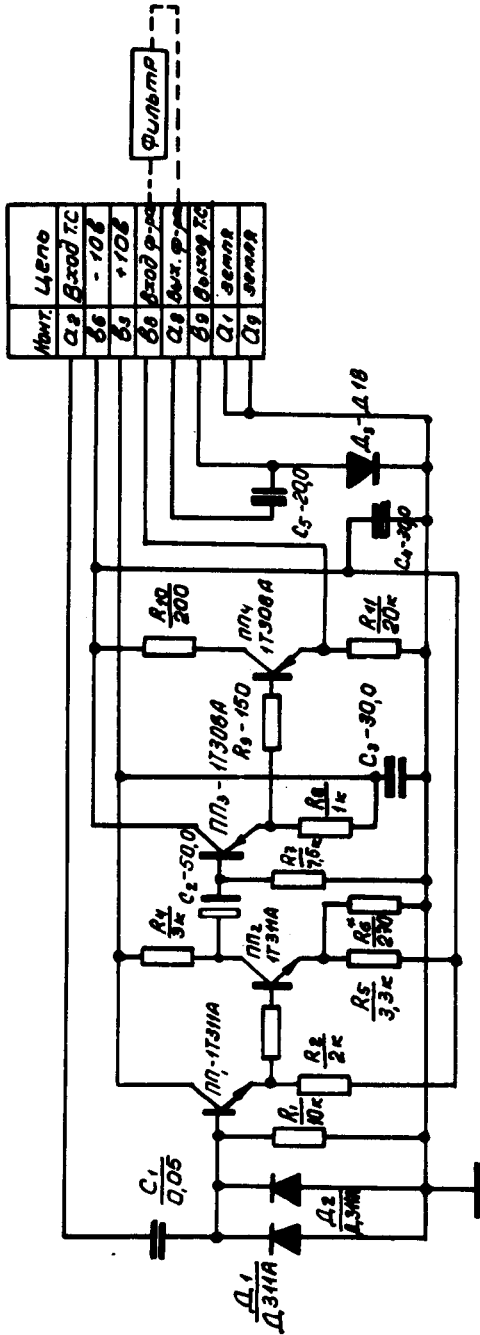
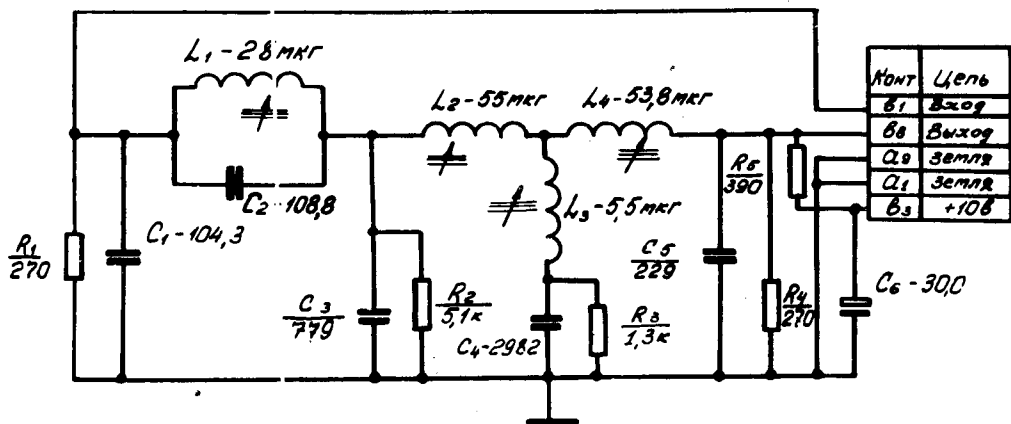


Рис. 11. Схема усилителя трехрекового сигнала.



Монт	Цепь
В1	Вход
В2	Выход
О2	Земля
О1	Земля
В3	+10В

C=	T, мксек			
0,03	0,413	0,816	1,65	3,3
L1	14	28	56	112
L2	28	55	110	220
L3	2,8	5,5	11	22
L4	27	53,8	107,6	215,2
C1	52	104,3	208,6	417
C2	54	108,8	217,6	435
C3	354	779	1558	3116
C4	1491	2982	5964	11928
C5	115	229	458	916
0,5/min	6000	3000	1000	750

L - В мкГ  
C - В нФ.

Рис. 12. Схема фильтра.

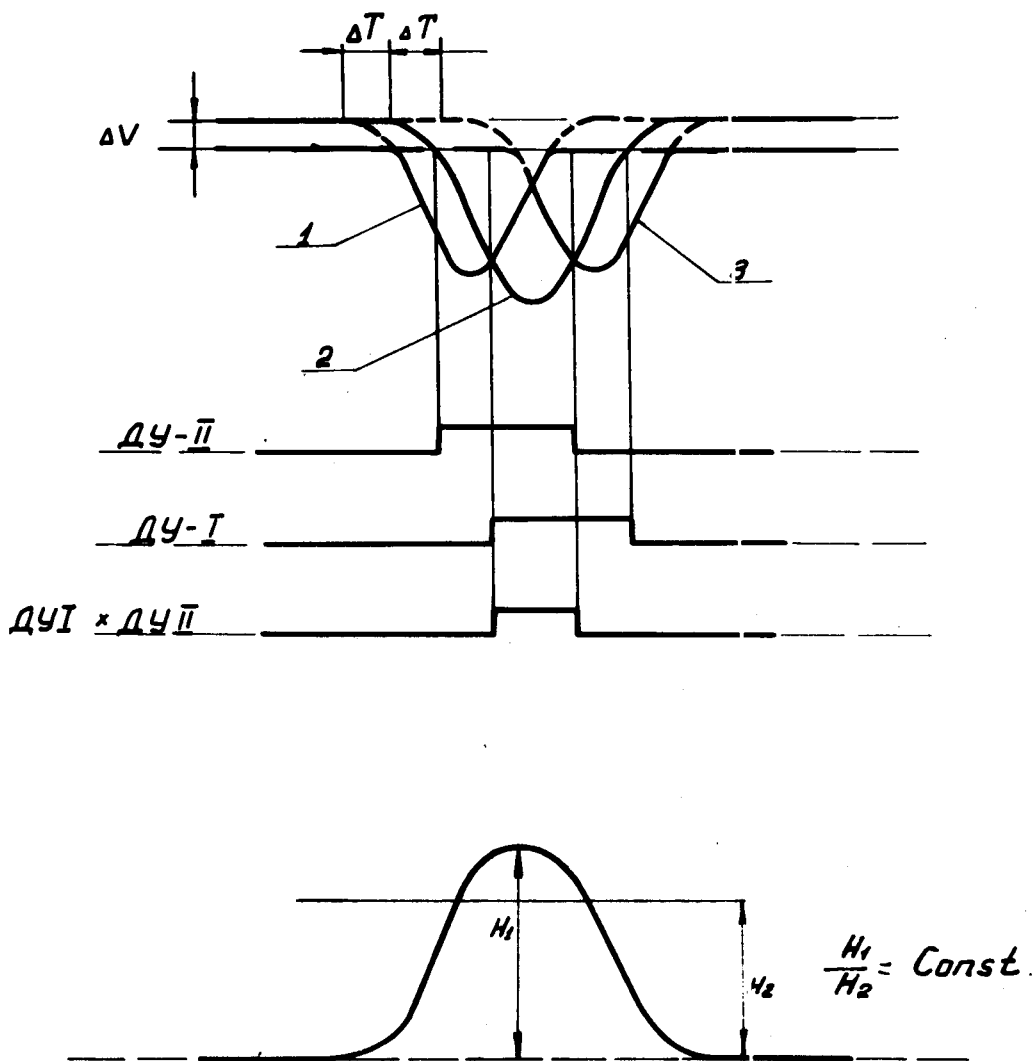


Рис. 13. Диаграмма работы схемы формирования импульсов трека.

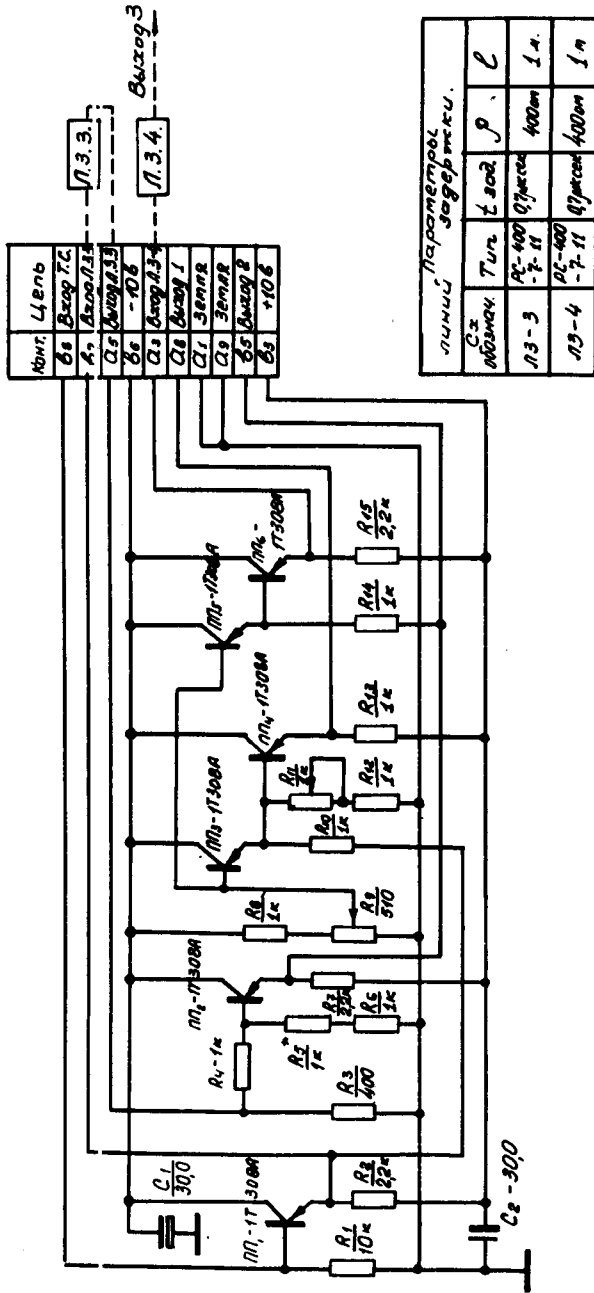


Рис. 14. Схема двойной задержки трека.

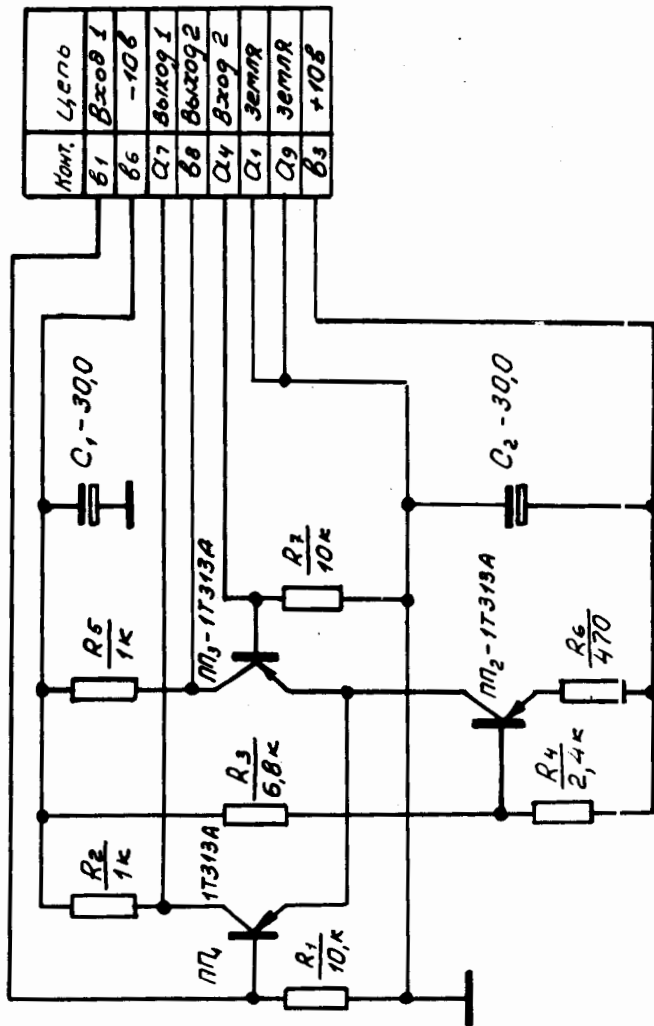


Рис. 15. Дифференциальный усилитель.



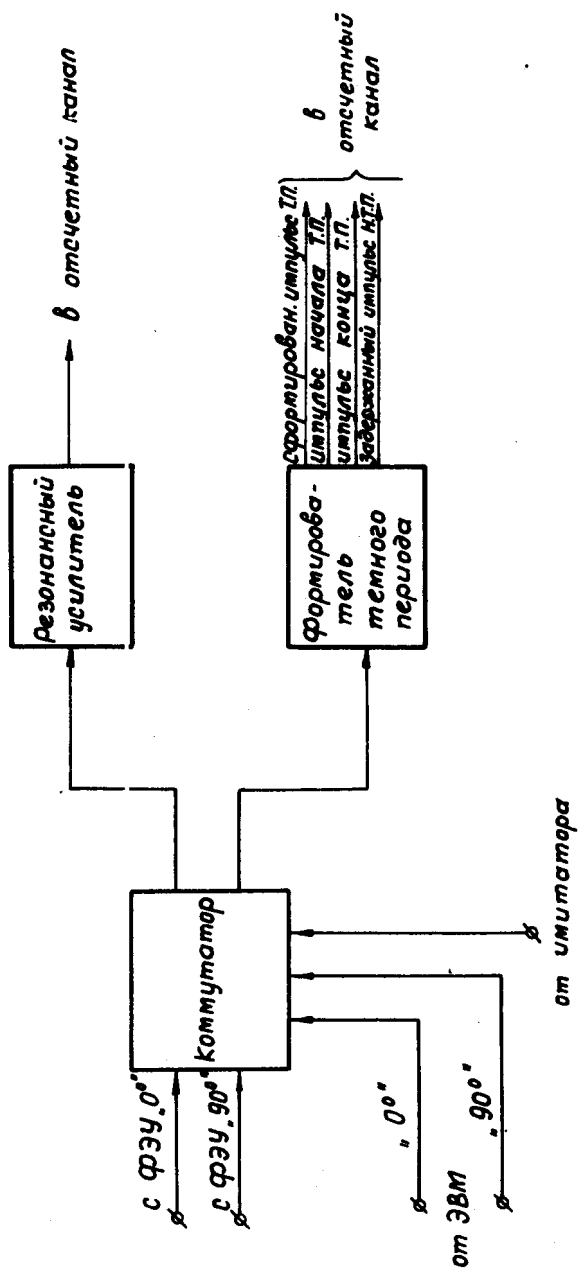


Рис. 16. Блок-схема канала обработки сигналов с отсчётных решеток.

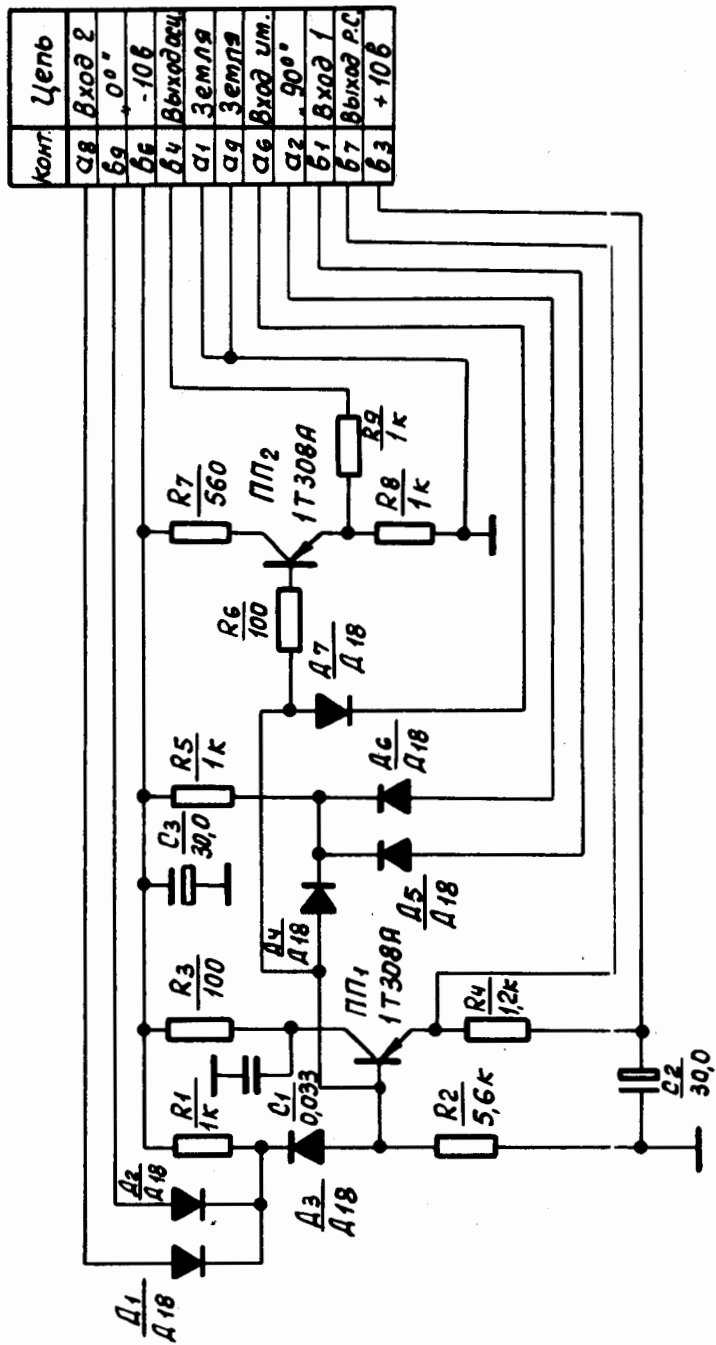


Рис. 17. Схема коммутатора сигналов решетки.

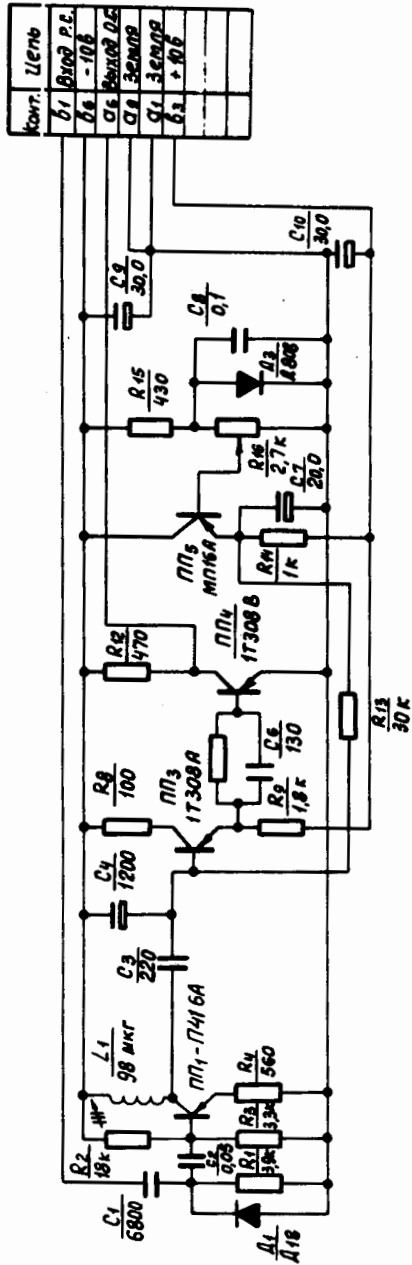
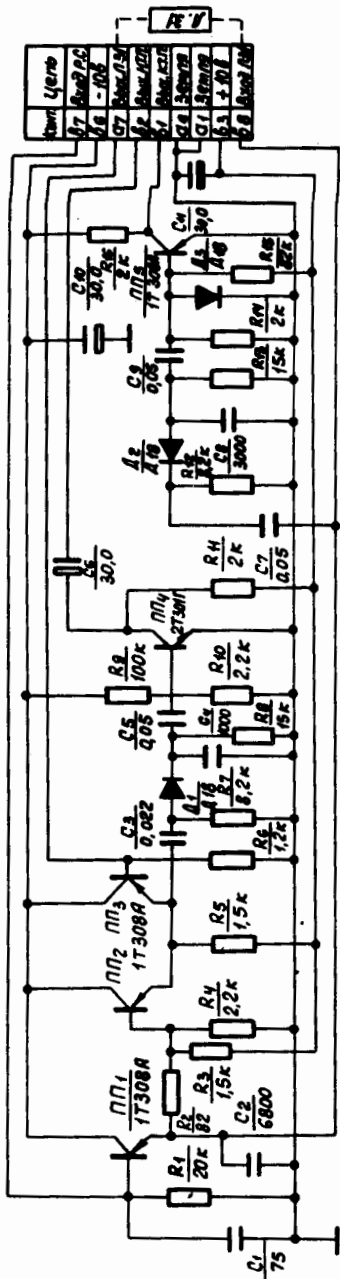


Рис. 18. Схема резонансного усилителя и формирователя опорных импульсов.



Параметры линии задержки

Сх. обознач.	Тип	Знач.	ρ	l
ЛЗ. - 1	РКЗ - 1201	0,1 мксек	1200 Ом	3,2 м

Рис. 19. Схема формирователя импульсов начала и конца темного периода.

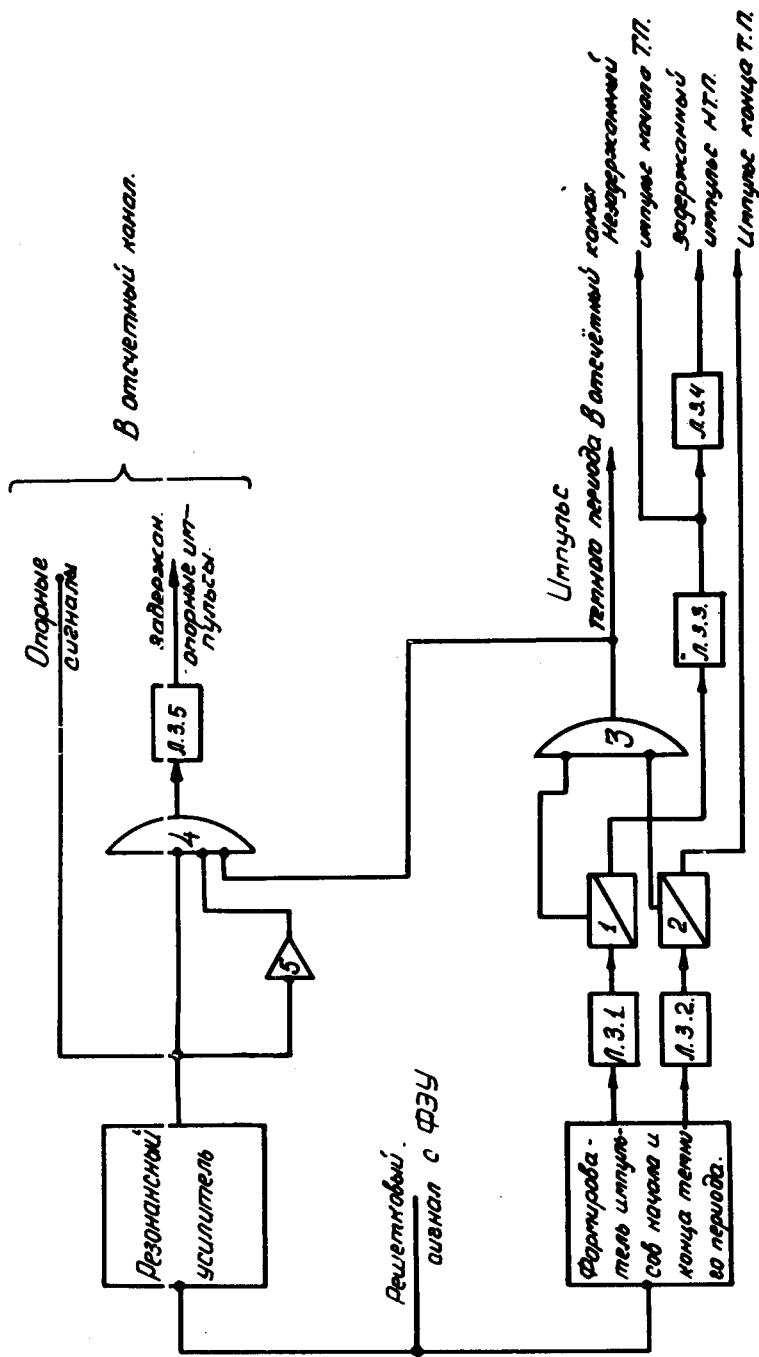


Рис. 20. Схема формирования выходных сигналов.

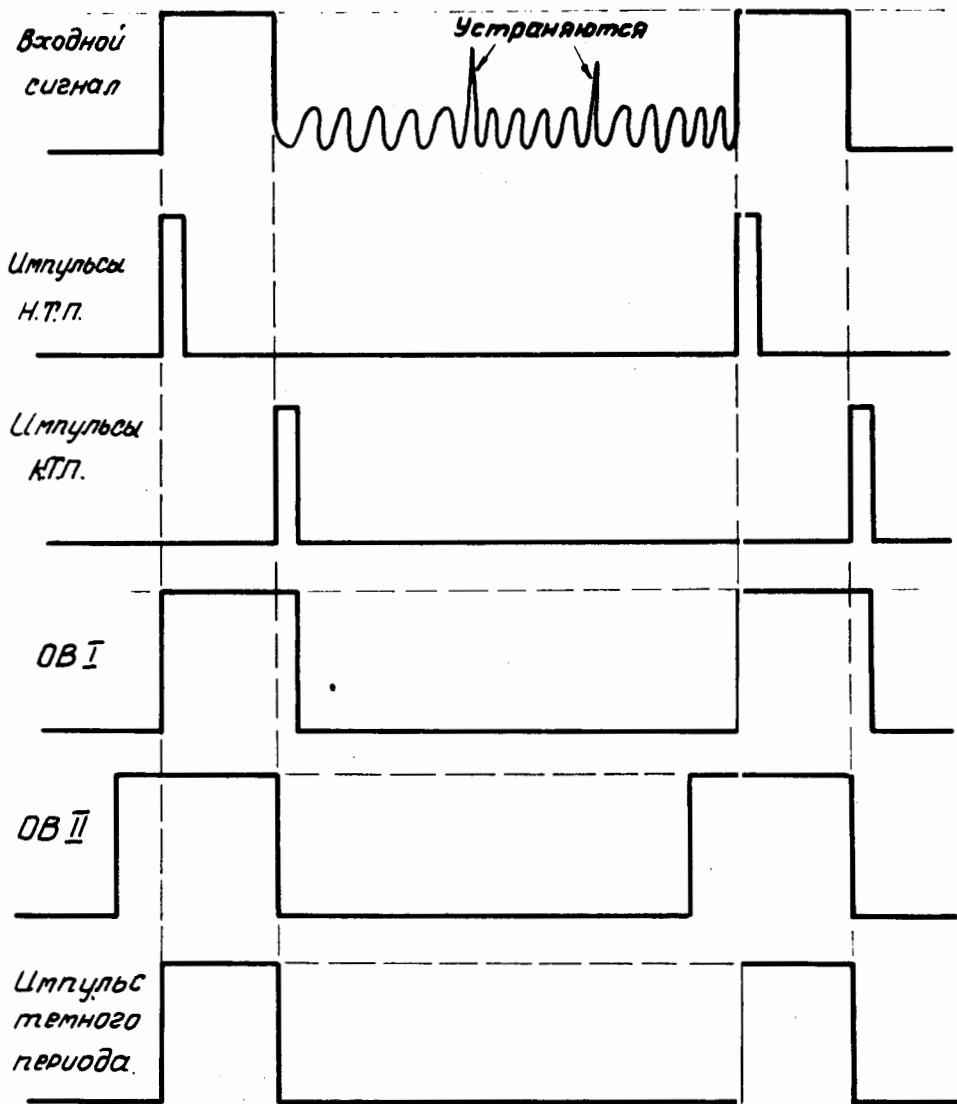


Рис. 21. Диаграмма работы формирователя темного периода.

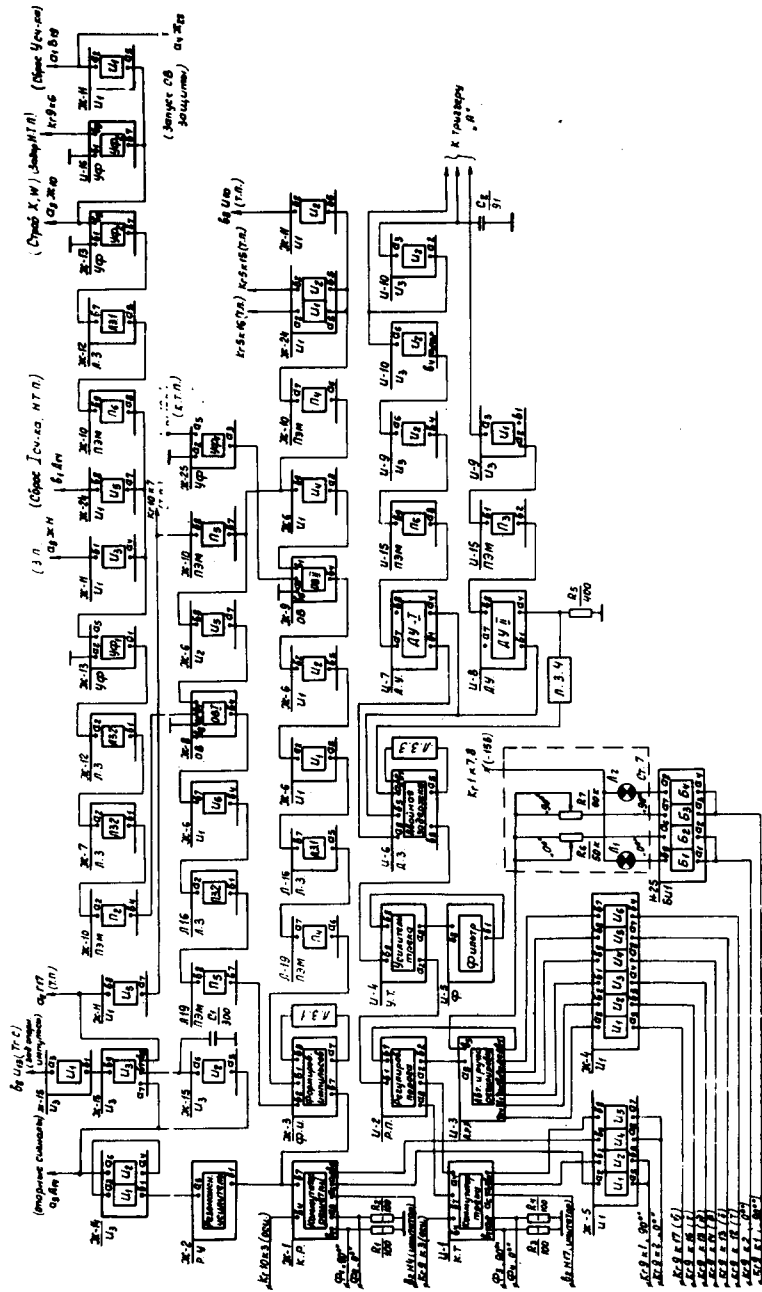


Рис. 22. Принципиальная схема системы обработки сигналов.

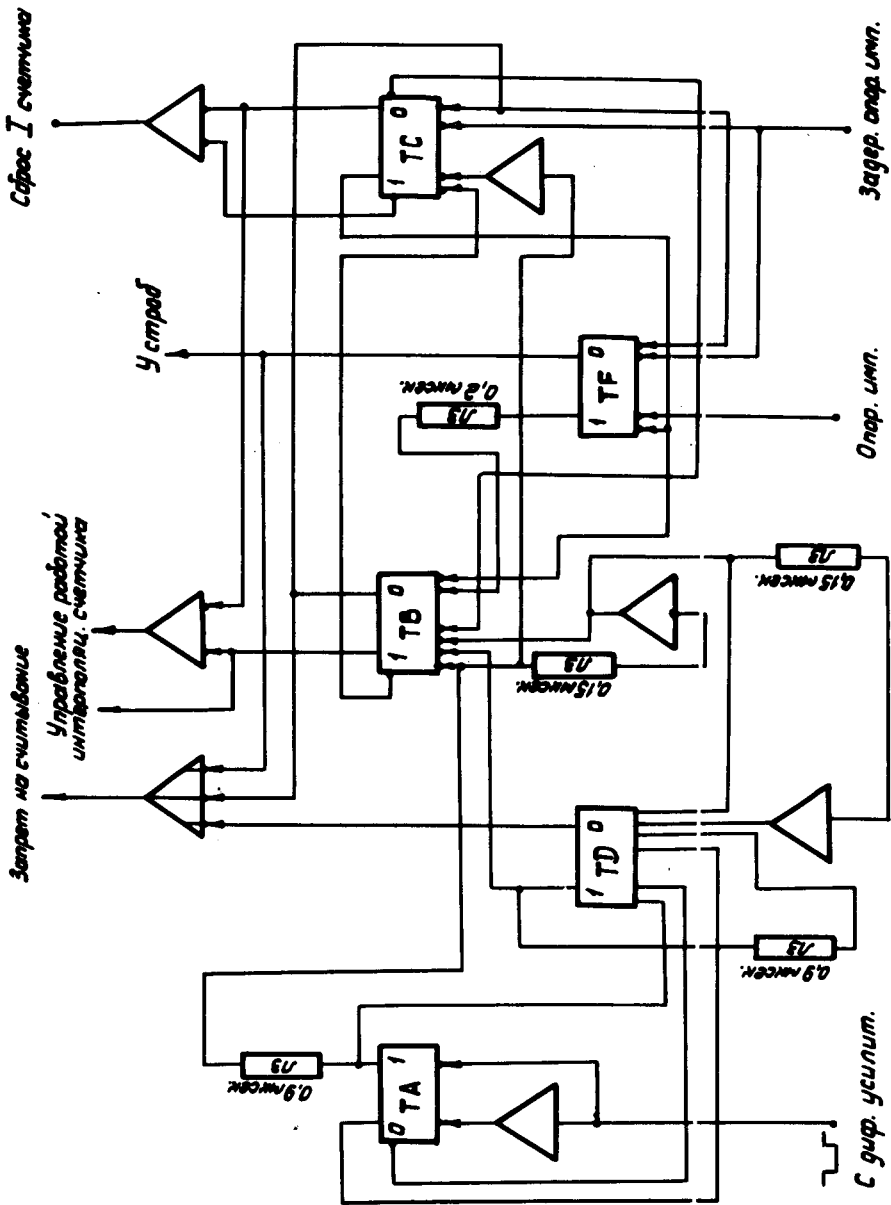


Рис. 23. Логическая схема триггеров



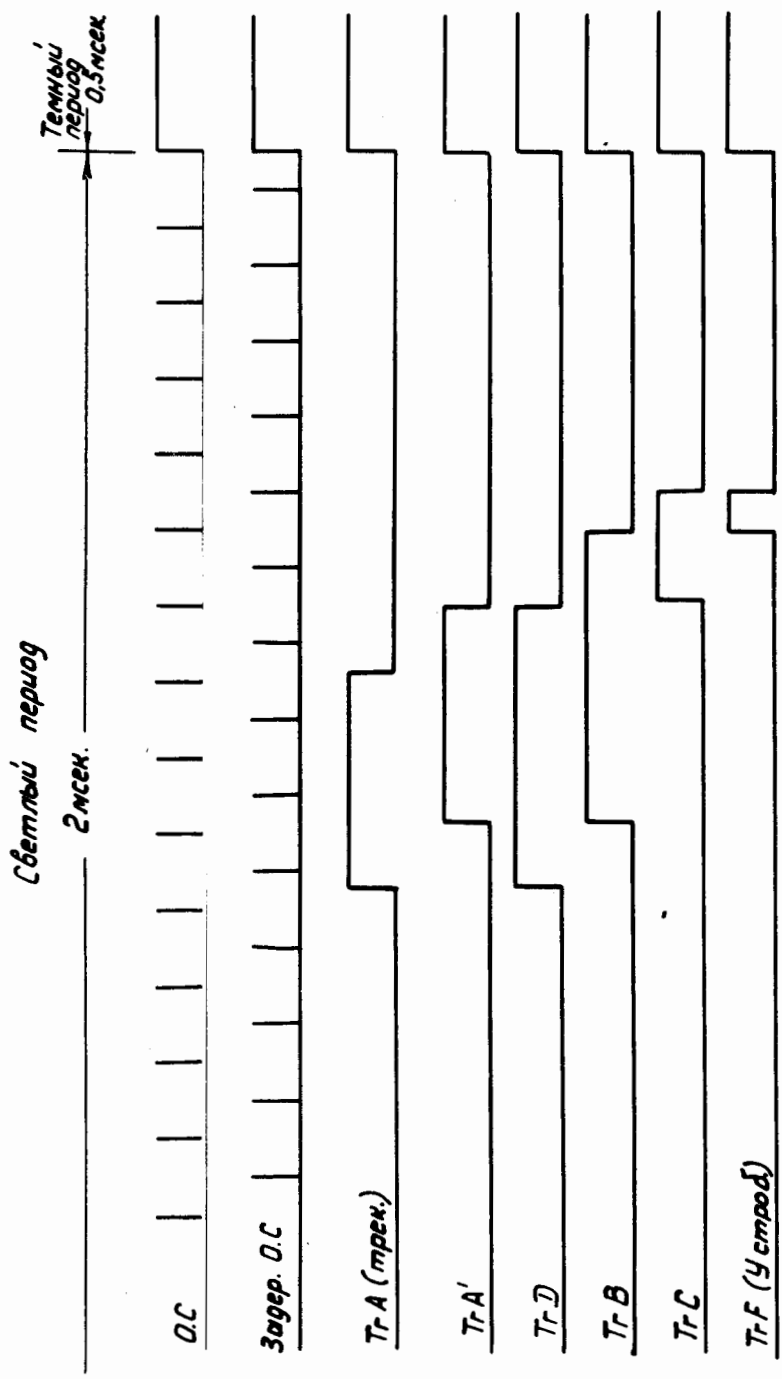


Рис. 24. Временная диаграмма работы триггеров

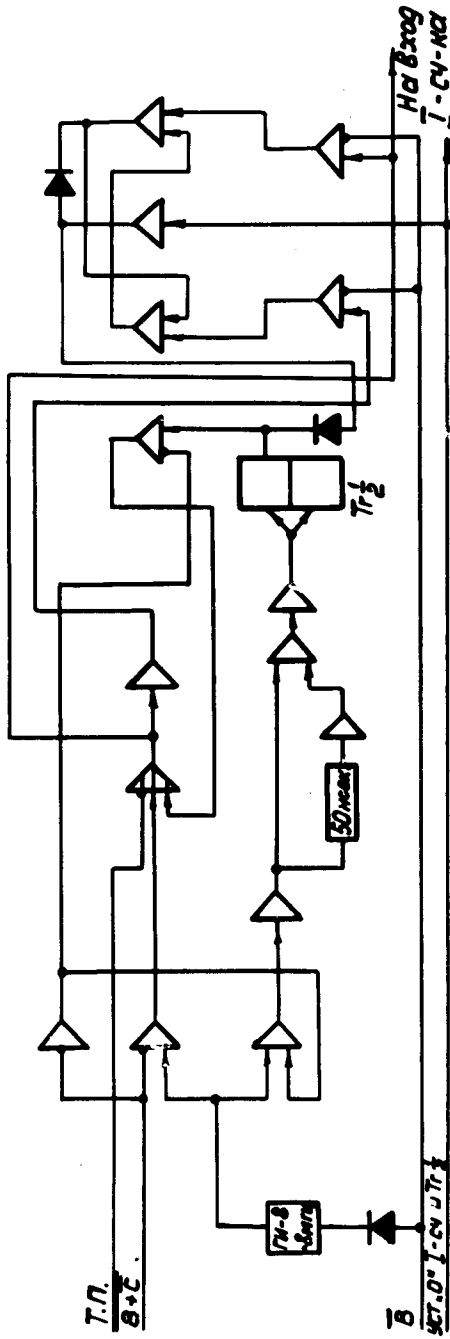


Рис. 25. Логическая схема формирования импульсов для определения середины трекового сигнала.

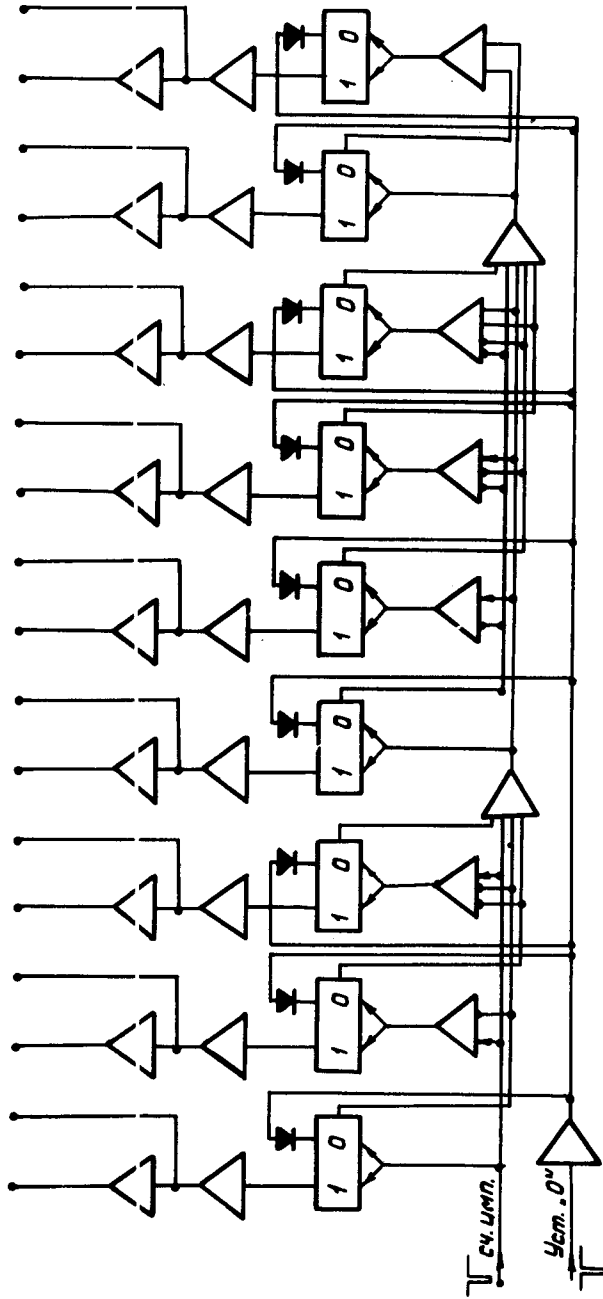


Рис. 26. Логическая схема интерполяционного счётчика.

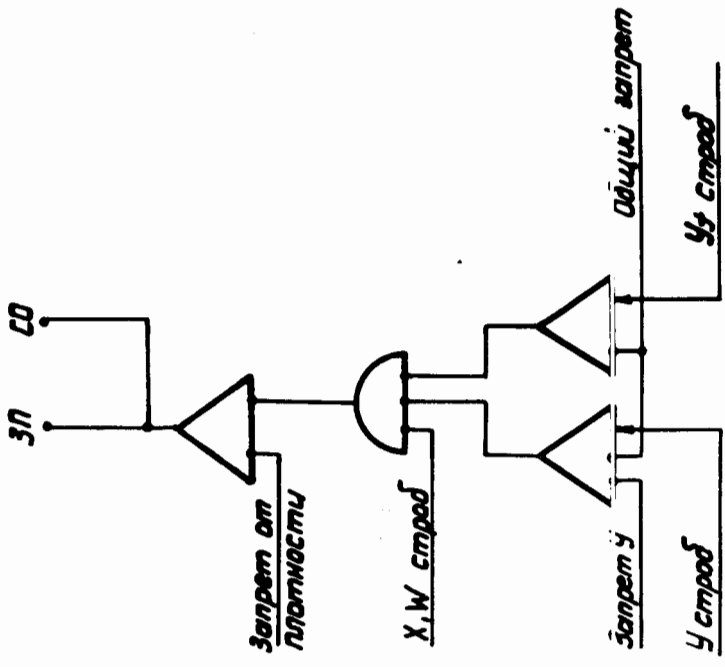


Рис. 27. Схема формирования импульсов записи.

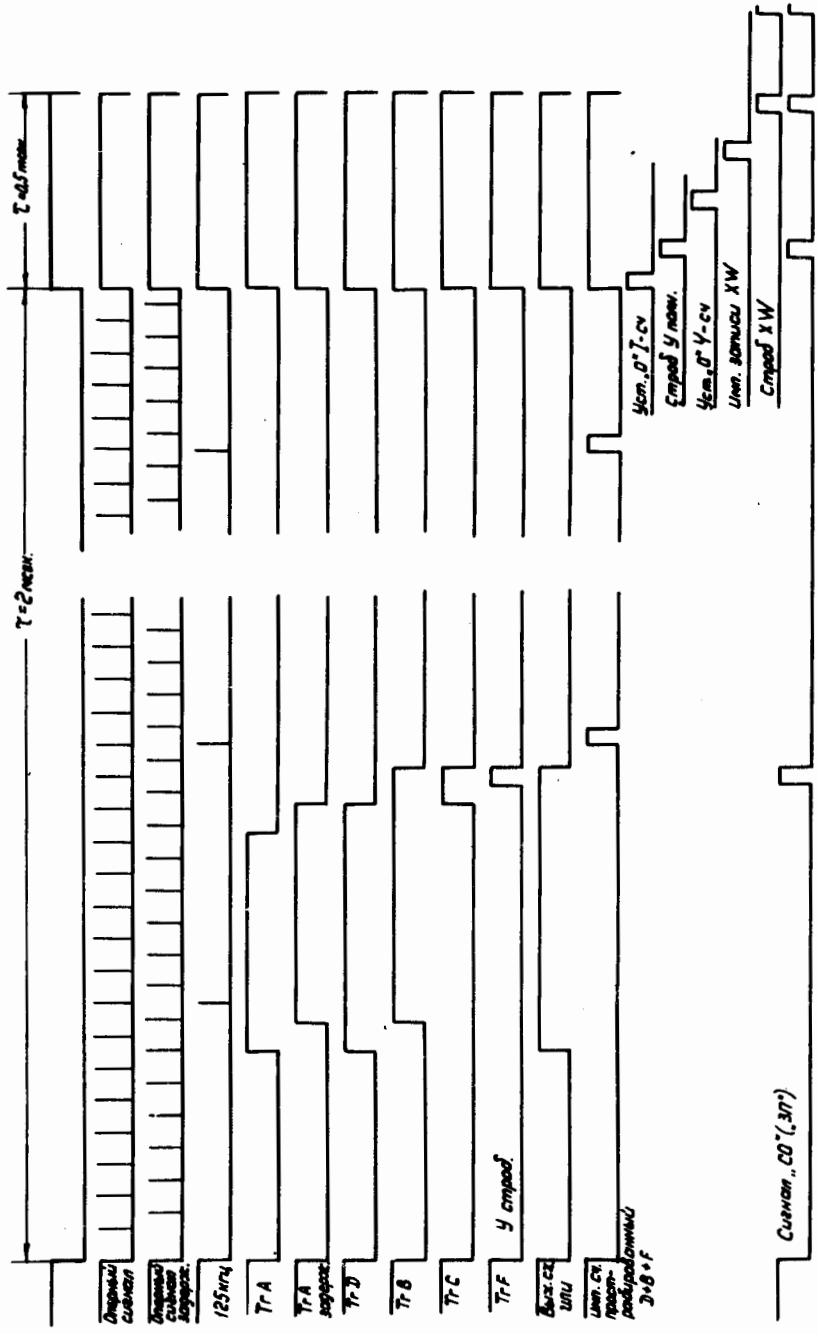


Рис. 26. Временная диаграмма рабочих и управляющих импульсов отсчётного канала.

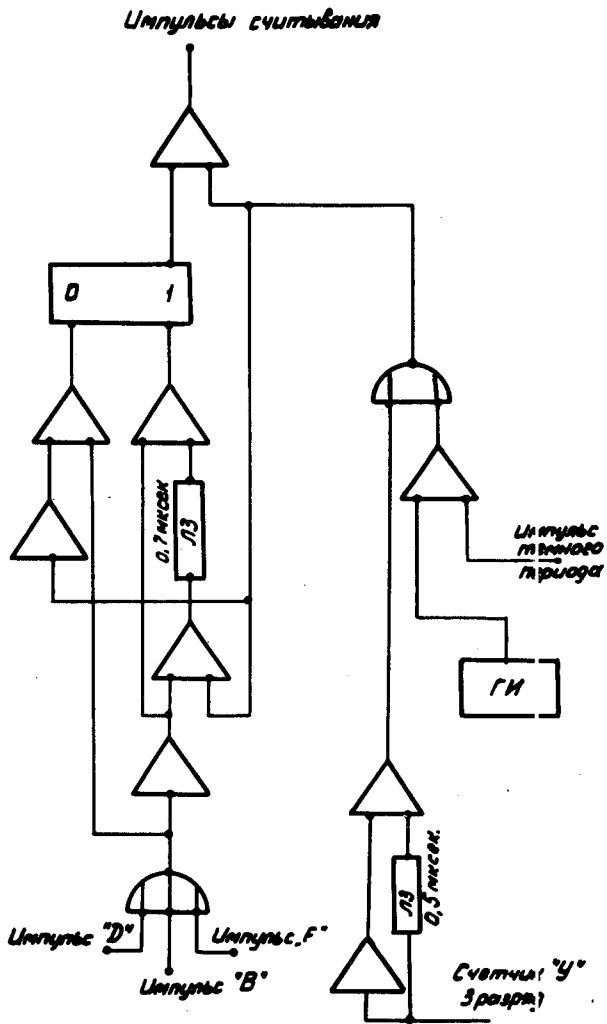


Рис. 28. Схема формирования импульсов считывания.

*Запрет на ТГА*

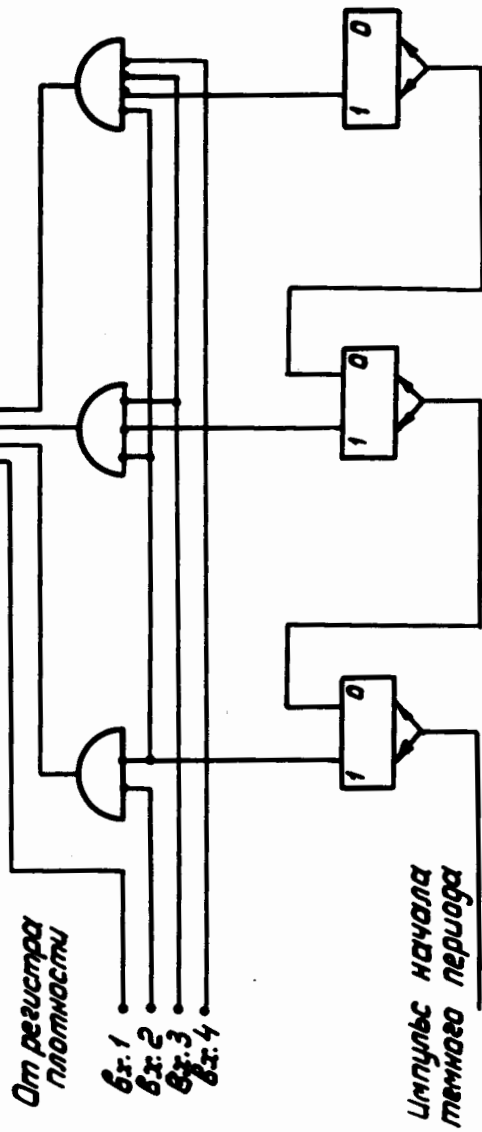


Рис. 30. Схема счётчика плотности сканирования.

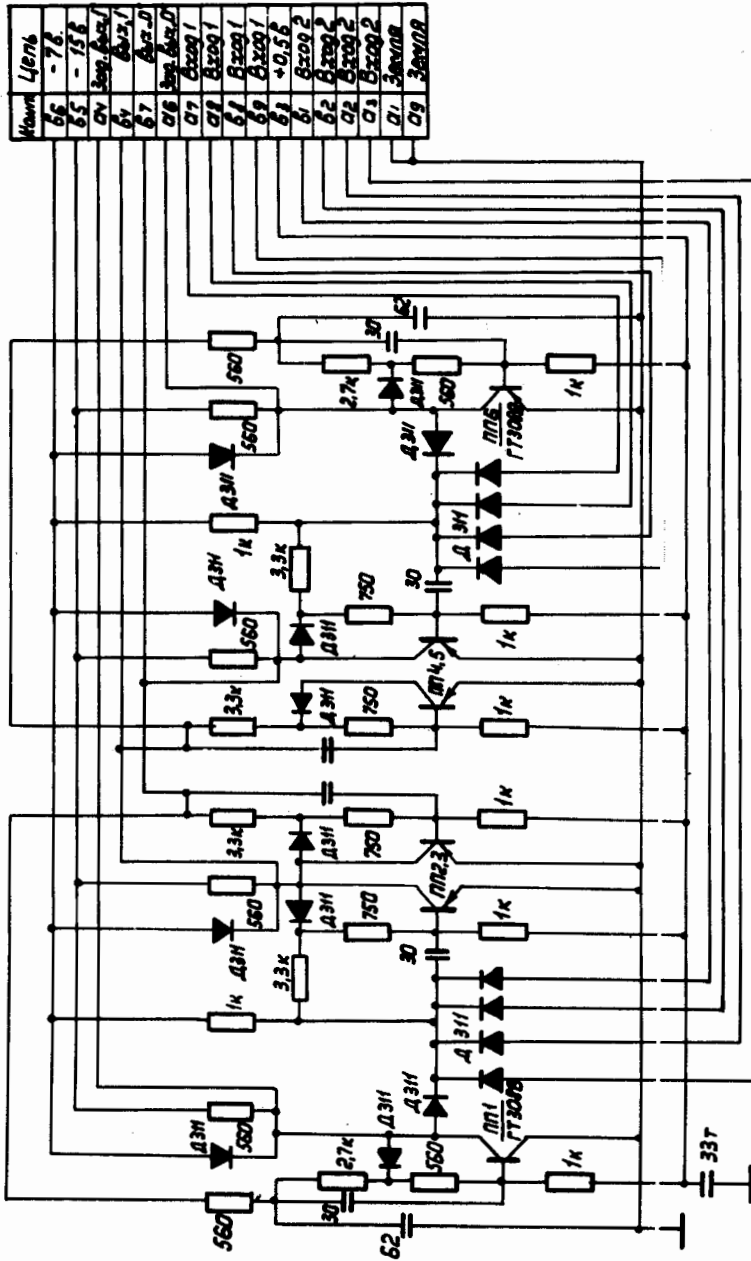


Рис. 31. Схема триггера ТТ-3.



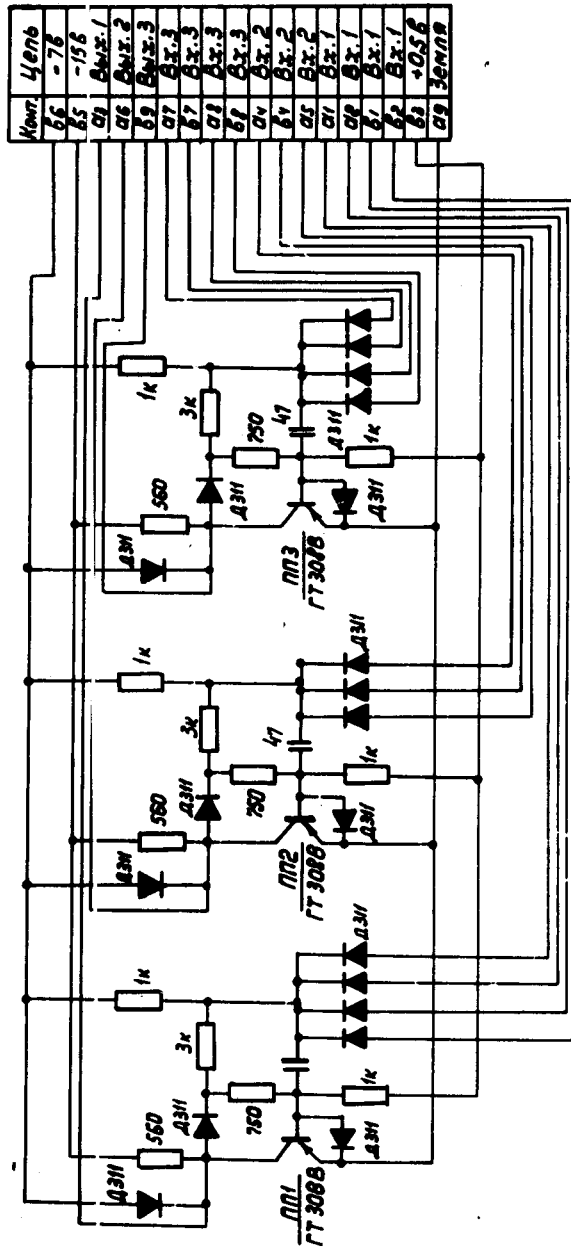


Рис. 32. Схема инвертора И-3.

Конт.	Цель
66	-76.
65	-156
64	Выход
61	Выход
69	Земля
63	+0,56

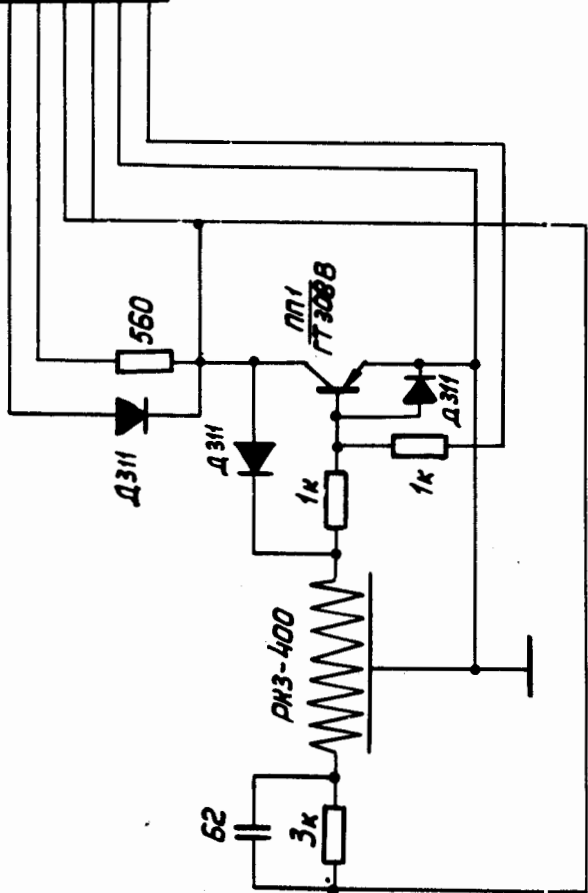


Рис. 38. Схема генератора ГН-8.

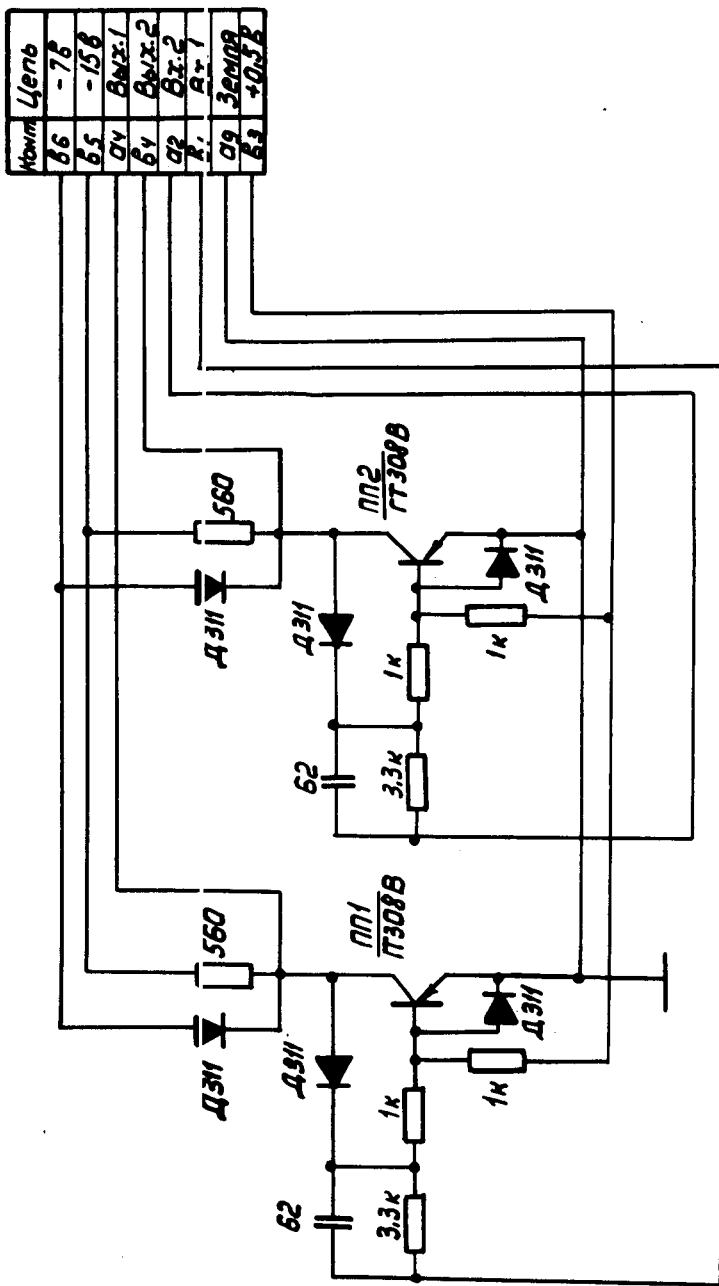
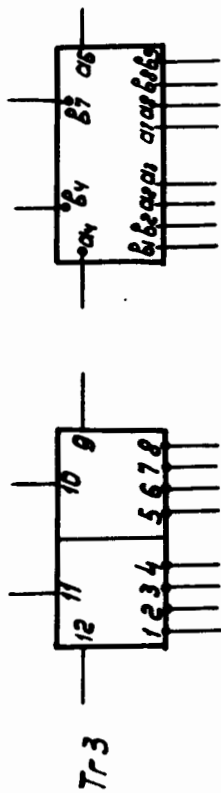
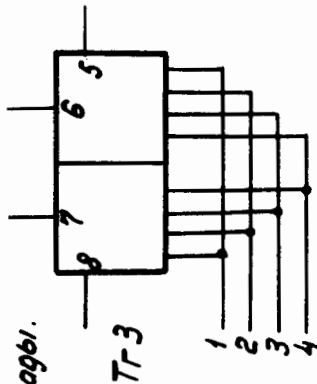


Рис. 34. Схема инвертора задержки ЛЗИ.



Входы 1÷4 и 5÷8 - две четырех входовых схемы „Н“.  
 Выход 10÷11 - коллекторные выходы.  
 Выход 9:12 - задержанные выходы.



Входы 1÷4 - счетные входы  
 Выходы 6÷7 - коллекторные выходы  
 Выходы 5÷8 - задержанные выходы

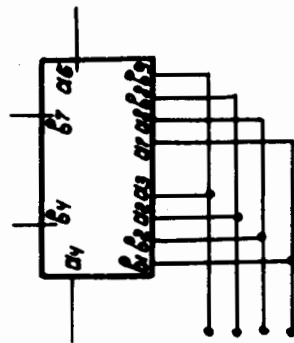


Рис. 35. Триггер ТГ-3 с раздельными и счётными входами.

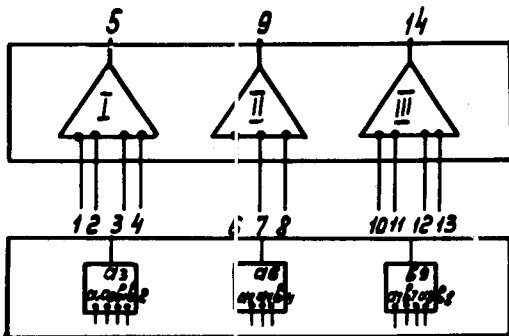


Схема „И-не“  
для отрицательных  
импульсов

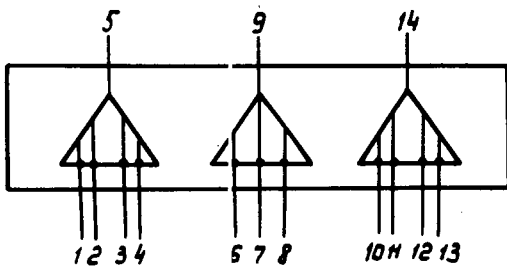


Схема „ИЛИ-не“  
для положительных  
импульсов

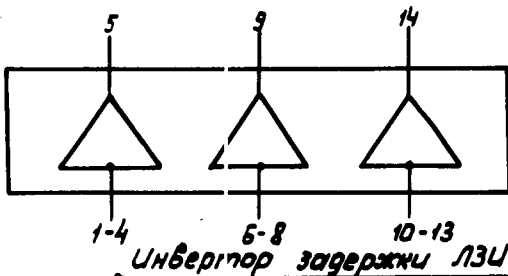


Схема „НЕ“

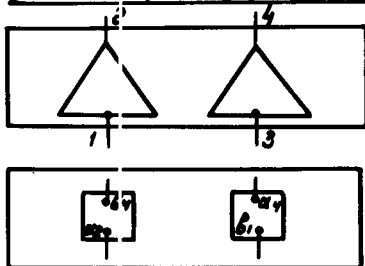


Схема „НЕ“ с  
задержкой

Рис. 36. Многоходовый инвертор И-3.