

С 346.55

БИРУЛЕВ В. К.

+

Б-648

Б 2-13-4550



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Б 2-13-4550

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Дубна 19

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория высоких энергий

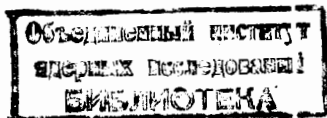
Б2-13-4550

В.К.Бирулев, А.С.Вовенко, Б.Н.Гуськов,  
И.А.Голутвин, В.Г.Кривохижин, В.В.Кухтин,  
М.Ф.Лихачев, П.Маг, А.А.Митин, И.А.Савин,  
Д.А.Смолин

БЛОК-СХЕМА УСТАНОВКИ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ С  
K<sup>0</sup>-МЕЗОНАМИ В СЕРПУХОВЕ

с.р. 2503

20 июня 69



Дубна, 1969 год.

## I. Описание установки и режимов работы

Для проведения экспериментов на Серпуховском ускорителе по изучению асимптотического поведения амплитуд рассеяния  $K^0$ -мезонов и оценке электромагнитного формфактора  $K^0$ -частиц в опытах по регенерации с долгоживущими  $K^0$ -мезонами высоких энергий в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ создается установка, работающая на линии с ЭВМ класса БЭСМ-4.

Установка для регистрации распадов  $K^0$ -мезонов состоит из спектрометрического магнита типа СП-40, зазор магнитного поля которого имеет ширину 100 см, высоту 25 см и длину вдоль пучка 150 см, проволочных искровых камер с магнитострикционным съемом информации [1] и системы счетчиков для запуска искровых камер и идентификации частиц из различных мод распадов  $K^0$ -мезонов -  $K^0 \rightarrow \pi^+ \pi^-$ ,  $K^0 \rightarrow \pi^\pm \mu^\mp \gamma$ ,  $K^0 \rightarrow \pi^\pm e^\mp \gamma$ .

С помощью этой установки изучаются распады  $K^0$ -мезонов, возникающие в некоторой ограниченной области за мишенью-регенератором, помещенной в пучок долгоживущих  $K^0$ -мезонов.

Схема расположения блоков установки на пучке представлена на рис. I, обозначения на котором имеют следующий смысл:

- $A$  - антисовпадатальный сцинтилляционный счетчик, стоящий сразу за мишенью-регенератором
- $WS1 \div WS6$  - блоки проволочных искровых камер (3X и 3Y координаты) с магнитострикционным съемом информации



- $FGL \ i \}$  - фронтальные горизонтальные сцинтилляционные  
 $FGR \ i \}$  счетчики, левые и правые,  $i = 1, \dots, 4$ ;
- $FVL \ i \}$  - фронтальные вертикальные счетчики,  $i = 1, \dots, 4$ ;
- $FVR \ i \}$  MAG- датчик магнитного поля;
- $GL1 \ i \}$  - 1-ый ряд вертикальных годоскопических счетчиков  
 $GR1 \ i \}$  за магнитом,  $i = 1, \dots, 4$ ;
- $GL2 \ i \}$  - 2-ой ряд вертикальных годоскопических счетчиков  
 $GR2 \ i \}$  за магнитом,  $i = 1, \dots, 4$ ;
- $Le \}$   
 $Re \}$  - сцинтилляционные счетчики;
- $ER \}$  - два детектора электронов (правый и левый), состоя  
 $EL \}$  щих из 4-х сэндвичей (сцинтиллятор + свинец).  
каждый (по 8 фотоумножителей в каждом детекторе);
- $MR \ i \}$  - детектор мюонов - ряд вертикальных годоскопи-  
 $ML \ i \}$  ческих счетчиков,  $i = 1, \dots, 4$ ;
- MT - монитор на мишень (4 сцинтилляционных счетчика)
- Mc - нейтронный монитор (4 сцинтилляционных счетчика)

Предусматривается 3 возможных режима работы установки:

- а) "работа",
- б) "Контроль I",
- в) "Контроль II".

В режиме "Работа" установка отбирает моды распада  $K^0$ - мезонов, организует запуск искровых камер, принимает информацию о событии, осуществившем запуск, и передает эту информацию в ЭВМ для записи на магнитную ленту и анализа работы установки.

В режимах "Контроль" будет проводиться контроль аппаратуры от генераторов и снятие кривых, задержанных совпадений в начальной стадии и в ходе эксперимента. Операции по подбору

задержек связаны с отдельными программами на ЭВМ.

Переход с одного режима работы на другой осуществляется переключателем с автоматической остановкой работы установки. Во вновь выбранном режиме установка начинает работать по сигналу от кнопки "Пуск".

Для выполнения физической программы эксперимента в режиме "Работы" необходимо принять и записать следующую информацию, разбитую по логике работы установки на три разных уровня. Объем информации оценен в 45 разрядных машинных словах.

I - Уровень - каждый цикл работы ускорителя:

- 1) условия проведения экспозиции: тип регенератора (вакуум, водород, углерод, медь, свинец), род работы (контроль, задержки, останов и т.д.). Информация набирается на тумблерном регистре вручную - 1 слово;
- 2) показания датчиков магнитного поля (знак поля и величина) - 1 слово;
- 3) амплитуды контроля детектора электронов (4 ампл.х9 бит + + один счетчик за цикл (4бит)) с кодировщика - преобразователя амплитуды во время - 1 слово. Эта информация должна записываться на магнитную ленту в начале каждой зоны.

II - Уровень - каждый запуск аппаратуры (каждое событие)

- 1) Номер события в цикле - 1 слово
- 2) Номер фронтального счетчика  $FGL, FGR, FVL, FVR$ ,  
номер сработавшего  $M$  -счетчика; номер сработавшего годоскопического счетчика 1-го ряда  $G-1L, G-1R$  ;  
номер сработавшего годоскопического счетчика 2 ряда  $G-2L, G-2R$  - 1 слово
- 3) Амплитуда детекторов электронов - 1 слово
- 4) Информация о координатах в  $WS$   $m$  - слов

III-Уровень - периодически (I раз на ленту) показания

пересчетных схем стоек "Легат" (ПС):

- а) Монитор на мишень (с воротами и без) - 2ПС - 2 слова
- б) Монитор на каналу (с воротами и без) - 2ПС - 2 слова
- в) Отсчеты 4-х детекторов электронов - 4ПС - 4 слова
- г) Отсчеты фронтальных счетчиков слева и справа - 2ПС - 2 слов
- д) М - счетчики - 8 ПС - 8 слов
- е) количество триггеров - 1ПС - 1 слов
- ж) Отсчеты левой и правой ветвей - 1ПС - 1 слов
- з) Запас - 9ПС - 9 слов

Всего - 30ПС - 30 слов

Кроме показания ПС на этом уровне записывается также

служебная информация с тумблерного регистра.

Если магнитная лента размечена на N зон, то информация на уровне III записывается в конце ленты в (N-2)-ю зону.

В N-1 зону магнитной ленты записывается однократно следующая контрольная информация:

- 1. Служебная информация - 1 слово
- 2. Ток в магните - 1 слово
- 3. Амплитуды с детектора электронов - 1 слово
- 4. Номер события в цикле - 1 слово
- 5. Номера фронтальных, мюонных и годоскопических счетчиков - 1 слово
- 6. Координаты реперов искровых камер - 36 слов

Электроника установки состоит из системы запуска искровых камер, системы идентификации частиц, системы считывания и передачи информации в ЭВМ.

## 2. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ ЗАПУСКА ИСКРОВЫХ КАМЕР

Блок -схема системы запуска искровых камер и идентификации частиц изображена на рис. 2.

Для полезных событий обязательно должно быть две частицы до магнита - по одной слева и справа от оси пучка, которые после магнита перекрещиваются. Счетчики, лежащие на траектории одной частицы, называются левыми ( $L$ ), на траектории другой - правыми ( $R$ ). Для того, чтобы произошел запуск искровых камер, необходимо одновременное срабатывание счетчиков, лежащих на траекториях левой частицы и правой частицы и отсутствие импульса с антисовпадательного счетчика А. На траектории левой частицы должны сработать одновременно и поступить на схему совпадений  $CC L$  импульсы от:

- а) одного из счетчиков фронтального горизонтального ряда слева  $FG L_i$ ;
- б) одного из счетчиков фронтального вертикального ряда слева  $FV L_j$ ;
- в) одного из счетчиков I-го вертикального годоскопического ряда слева  $GL1_k$ ;
- г) одного из счетчиков 2-го вертикального годоскопического ряда слева  $GL2_e$  ;  
( $i, j, k, \ell = 1, \dots, 4$ )
- д) счетчика  $L_e$  .

Условия а) и б) на рис. 2 объединены в одном блоке  $FL$  . Для правой частицы должен сработать идентичный набор счетчиков импульсы с которых поступают на схему совпадений  $CC R$  . Импульсы со схем совпадения  $CC L$  и  $CC R$  через множители  $PL$  и  $PR$  поступают на схему совпадений  $CSTRIG$  , вырабатывающую запускающий сигнал на искровые камеры при

отсутствии антисопадающего сигнала со счетчика А. Если одна из частиц (или обе), вызвавших запуск, была  $\mu$ - мезоном, то она проходит через слой вещества и вызывает срабатывание одного из счетчиков мюонного детектора  $ML_i$ , или  $MR_i$ . Если одна из частиц (или обе), запустивших искровые камеры, была электроном, то срабатывают детекторы электронов  $ER$  или  $EL$  (или оба вместе).

Срабатывание детекторов мюонов и электронов регистрируется, если были совпадающие по времени сигналы в соответствующей ветви и запуск в целом.

Если произошел запуск искровых камер, то в ЭВМ вводится номер сработавшего годоскопического счетчика в каждом ряду через блок ДАТА (см. рис.3). Для контроля за работой счетчиков используется информация о количестве срабатываний за определенное время, накапливаемая на пересчетных схемах стоек "Печать" - PRINT.

Информация на блоки ДАТА и PRINT поступает через быстрые ворота FАGА (рис.3), защищающие вход блоков от помех, возникающих вследствие срабатывания искровых камер.

### 3. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА РАБОТЫ УСТАНОВКИ

Для понимания логической последовательности работы аппаратуры необходимо рассмотреть упрощенную временную диаграмму получения, накопления и передачи информации (рис.4). и функциональную блок-схему всей аппаратуры (рис.3)



Ускоритель работает с периодом 9 сек (линия 1, рис. 4). Интенсивность на "столе" цикла магнитного поля имеет длительность 300-800 мсек с последующим увеличением до 1,5 сек. На установку от ускорителя подается синхронизирующий импульс (линия 2), привязанный к определенному значению магнитного поля и отстоящий на известном расстоянии от момента появления интенсивности на мишени (линия 3). Этим импульсом через переключатель рода работ и кнопку "Пуск" открываются медленные ворота SLOGA (линия 4); длительность открытия их регулируется. Передним фронтом SLOGA открываются FAGA-быстрые ворота - через блок управления CONFAGA. Медленные ворота через размножитель MSLOGA открывают доступ импульсам с фотоумножителей ко всем схемам совпадения. Синхронизирующий импульс вводит также БЭСМ-3М в режим прерывания (линия 5) и готовит блок ДАТА для приема и передачи информации. Спустя некоторое время после появления интенсивности в канале и открытия SLOGA происходит I-ый запуск искровых камер отобранной электроникой событием (линия 7).

Триггерный импульс производит несколько операций:

- а) через блок управления CONFAGA закрывает FAGA-I, т.е. доступ к пересчетным стойкам PRINT сигналов со схем совпадения, на все время приема и передачи информации;
- б) через ключ К и быстрые ворота FAGA-II запускает искровые камеры WS;

в) через быстрые ворота  $FAQA-T$  запускает детекторы электронов;

г) стробирует годоскопические счетчики;

д) запускает генератор мертвого времени искровых камер ДТ, который запрещает быстрым воротам  $FAQA$  открываться раньше, чем кончатся все переходные процессы в камерах и камеры снова будут в исходном состоянии;

е) запускает счетчик числа событий внутри цикла  $N$  событ. в блоке приема и передачи информации  $DATA$  ;

ж) является *стартовым* импульсом для начала работы всего блока  $DATA$  .

Сущность работы блока  $DATA$  упрощенно состоит в следующем.

Отвлекаясь от конкретного расположения и смысла, мы видим, что с точки зрения приема и передачи информации имеется всего 7 различных датчиков, которым в связи с различными родами работы в дальнейшем присваиваются определенные признаки (см. табл. I-III в работе [4]).

В блоке  $DATA$  имеются или соответствующие приемники информации с этих датчиков, или же сами датчики (например, тумблерный регистр, номер события в цикле). С помощью блока управления установкой, блока связи с искровыми камерами и блока управления передачей информация переносится на промежуточный регистр, а затем в ЭВМ. На промежуточном регистре формируется машинное слово, где разряды 1-40 заняты информацией, а 41-45 служебными знаками, необходимыми впоследствии для расшифровки информации, Разряды 46, 47 и 48 используются

для связи с ЭВМ - вход в режим прерывания, прерывание, выход из прерывания (см. табл. IV).

Таблица IV

разряды/режим	46	47	48
Вход в прерывание	I	0	0
Прерывание	I	I	0
Выход из прерывания	0	0	I

Информация принимается и передается в БЭСМ-ЗМ через блок *DATA* в следующем порядке.

Сначала, до прихода I-го события записывается и передается информация с тумблерного регистра и датчика магнитного поля. После прихода I-го триггерного импульса записывается и передается информация с годоскопов и детекторов электронов, а затем по очереди со всех искровых камер. Записав информацию, блок *DATA* осуществляет сброс всех датчиков в исходное состояние.

Когда передача информации с I-ом событии с последней камеры закончена, блок *DATA* выдает импульс, открывающий через блок управления *CONVAC* быстрые ворота, после чего аппаратура приводится в исходное состояние, ожидая следующее событие. Такова логика работы установки до тех пор, пока блок *DATA* передает информацию для записи на магнитной ленте вплоть до (N-3) зоны.

При получении сигнала от  $(N-2)$  зоны происходит прием, передача через *DATA* и запись в ленту информации с пересчетных стоек "ПЕЧАТЬ", т.е. информации III уровня, после чего счетчик зон через сигнал  $(N-1)$ -ой зоны переводит установку в режим ожидания информации о проведении разовых контрольных операций аппаратуры и записи их результатов в  $(N-1)$  - зону на магнитной ленте. За время этого ожидания необходимо провести контроль счетчиков с помощью генератора контроля *GEN CONTIG* после чего подать импульс, имитирующий импульс синхронизации с ускорителя через блок *IMIT. P<sub>S</sub>*. Этот блок может запускаться как вручную, так и автоматически.

После передачи информации в  $(N-1)$  зону установка останавливается для смены магнитной ленты, для смены режима работы и т.д.

#### 4. БЛОК-СХЕМЫ ОТДЕЛЬНЫХ УЗЛОВ СИСТЕМЫ ЗАПУСКА

Схемы работы отдельных узлов системы запуска и идентификации частиц приведены на рисунках 5-12. Во всех узлах используются блоки стандартной быстрой электронной логики [2]:

БЗ-100 - блок задержки 0-32 нсек;

Р-100 - размножитель с одним входом и пятью выходами;

С-100 - смеситель с четырьмя входами и одним выходом;

УС-100 - усилители, два усилителя в одном блоке;

СС-100 - 2-х кратная или 4-х кратная схема совпадений с одним антисовпадением.

На рис. 5 изображена блок-схема работы фронтальных левых годоскопических счетчиков и необходимый набор стандартных блоков электроники. Фронтальные правые счетчики работают аналогично. Импульсы от фотоумножителей ФЭУ-30 годоскопических счетчиков после выравнивания по времени прихода с помощью блоков задержки, усиления и размножения поступают с одной стороны на смесители  $CFVL$  и  $CFGL$  и затем на схему совпадений  $CCFL$ , а с другой стороны на схемы совпадения  $CCFVL_i$  и  $CCFGL_j$ . Через схему совпадения  $CCFL$  фронтальные счетчики участвуют в системе запуска искровых камер. Если запуск произошел, то через схемы совпадений  $CCFVL_i$  и  $CCFGL_j$  в ЭВМ вводятся номера фотоумножителей, участвовавших в запуске.

Аналогичную логику работы имеют годоскопические ряды  $G-1$  и  $G-2$ . На рис. 6 приведена схема работы ряда  $G_{i1}$  для  $i = 1, \dots, 4$  и набор стандартных блоков для рядов  $G-2$  и  $G-1$  в целом.

В системе запуска участвуют счетчики  $L_e, R_e$  и  $A$ . Необходимые для их работы блоки электроники приведены на рис. 7, откуда видно, что импульсы с ФЭУ после выравнивания по задержке, усиления и размножения поступают на соответствующие каналы схем совпадения или антисовпадения.

Блок схема детектора мюонов (см. рис. 8) несколько отличаются от схемы работы годоскопов  $G-1$  и  $G-2$ . Здесь сигналы с ФЭУ после выравнивания по задержке и усиления поступают на схемы совпадений  $CCML_1-CCML_4$  и  $CCMR_1-CCMR$ .



В случае одновременного прихода на левые схемы еще сигналов от счетчика  $L_e$  и от всей левой ветви ( PL ), а на правые схемы - от счетчика  $R_e$  и от всей правой ветви ( PR ), а также триггерного сигнала на все схемы, сигналы с выхода мюонных схем совпадения записываются в ЭВМ через блок DATA и считаются на пересчетных схемах в блоке PRINT . Блок-схемы мониторов даны на рис. 9. Особенностью их работы является то, что каждый монитор - монитор на мишень  $M_T$  и нейтронный монитор  $M_C$  считаются на пересчетных схемах в PRINT дважды.

Первый счет происходит за полное время открытия медленных ворот SLOGA , а второй только за время открытия быстрых ворот FAGA , т.е. за время, когда реально работала вся аппаратура. Первый счет необходим для контроля качества сброса внутреннего пучка на мишень и прохождения пучка по каналу.

Поскольку записывать информацию с годоскопов и детекторов мюонов и электронов необходимо только при наличии полезного события, то необходимо размножение триггерного импульса. Вариант размножения его с использованием размножителей на пять каналов приведен на рис. 10. Можно использовать также размножители на 9 каналов, тогда их необходимо иметь вдвое меньше.

Схемы работы одного сэндвича левого детектора электронов приведена на рис. 11 (фотоумножители  $1L + 4L$  типа ФЭУ-65) [3]. Работа остальных сэндвичей как левого, так и правого детекторов аналогична. На том же рисунке показана

схема контроля работы детектора электронов. Описание работы контроля смотри ниже.

Импульсы с 4-х фотоумножителей ФЭУ-65 после выравнивания по времени прихода поступают на схему линейного сложения амплитуд ЛС-100. Суммарный импульс проходит через линейные ворота ЛВ-100 в случае, если пришел триггерный импульс от *ССТРИГ* через коммутатор  $K_3$  и смеситель С100 № 1. Затем через линейный усилитель запускается интегральный дискриминатор ДИ-100, на котором устанавливается нижний порог амплитуды суммарного импульса, проходящего через вторые линейные ворота на блок преобразования амплитуды во время-БАП. Амплитуда импульса, преобразованная в серию импульсов, через блок *DATA* записывается в ЭВМ. Количество запусков детектора считается на блоке *PRINT*. Таковы блок-схемы основных узлов системы запуска искровых камер. Полное число блоков стандартной электроники, необходимое для ее осуществления суммировано в таблице У.

ПЕРЕЧЕНЬ БЛОКОВ БЫСТРОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ЗАКУСКА ТАБЛИЦА У

	Г <sub>к</sub> +ЕР	Г1+Г2	Г <sub>3</sub> А	М <sub>к</sub> +М <sub>Р</sub>	Общая	ФЕ	М <sub>с</sub> +М <sub>т</sub>	Всего
БЗ-100	16	16	3	8		20	8	71
УС-100	8	8	2	4				22
С-100	4	4				6		14
2СС-100	18	16		8				42
4СС-100					3	4	2	9
Р-100	16	16	2		3	6		43
ЛВ-200						8		8
ПС	2			8	3	4	4	21
Р8-100					4			4
ЛМ-100						4		4
КОДИРОВЩИКИ						4		4
ФЭУ-30	16	16	3	8			8	51
ФЭУ-65						16		16

## 5. КОНТРОЛЬ ЗА РАБОТОЙ СЧЕТЧИКОВ В НАЧАЛЕ РАБОТЫ ИЛИ ПО НЕОБХОДИМОСТИ

Эти работы производятся в режиме "Контроль I".

В этом режиме возможно многократное обращение к ЭВМ и передача в нее следующей информации.

1. Служебная информация с тумблерного регистра -1 слово ;
2. Номера фронтальных, мюонных и годоскопических счетчиков -1 слово ;
3. Амплитуды детекторов электронов -1 слово.

В начале работы при настройке системы запуска искровых камер, в начале каждого цикла измерений и в случае необходимости лучшим контролем за работой счетчиков является получение кривых задержанных совпадений. Получение этих кривых в рабочем включении, изображенном на рис. 2, весьма затруднительно. Целесообразно сделать небольшие переключения.

Из рисунка I видно, что счетчики  $R_2$  и  $L_2$  перекрывают все счетчики фронтальных годоскопов и годоскопов  $G_1, G_2$ . Каждый канал годоскопического счетчика, как видно из рис. 5, 6, имеет схему совпадений с триггерным импульсом. Если по линиям, по которым идет сигнал от CSTRIG, пустить сигналы от  $R_2$  и  $L_2$ , то можно проводить автоматически операции по получению кривых задержанных совпадений, меняя задержку только в каналах счетчиков  $R_2$  и  $L_2$ .

Снимать кривые задержанных совпадений можно как с помощью импульсных электролюминисцентных (световых) диодов, так и на пучке частиц. На рис. I2 показана блок-схема получения

кривых задержанных совпадений для счетчиков, находящихся на траектории одной частицы (левых или правых), с помощью световых вспышек. Для получения данного включения из рабочего, изображенного на рис. 2, необходимо в схеме совпадений ССР выключить все каналы, кроме канала, по которому идут сигналы от  $R_2$  и в схеме совпадений ССТРИВ выключить все каналы, кроме канала правой ветви.

Работа схемы (на рис. 12) происходит следующим образом. На все фотоумножители, оборудованные световыми диодами, от генератора ГИИС-20 подаются импульсы, вызывающие одновременные вспышки света на всех ФЭУ. В начале работы путем расчета определяются длины кабелей в каждом канале и значения задержки на блоках задержки. Установив произвольную, но разумную задержку в канале счетчика  $R_2$  и передав ее в ЭВМ, включаем генератор ГИИС-20, работающий с определенной частотой следования вспышек. Полное число вспышек  $M$  должно быть 500-1000. Количество совпадений  $N$  по тем же каналам, что и в нормальном рабочем включении, т.е. через регистр годоскопа, поступают в ЭВМ и накапливаются в памяти машины в соответствующих массивах. Затем меняется задержка и процедура повторяется. В конце необходимо посчитать отношения  $\frac{N_i}{M}$  с ошибками для каждого счетчика и значения задержки сигнала от  $R_2$ , выдать эти отношения на печать в виде гистограммы (см, рис. 13), рассчитать наклоны кривой задержанных



совпадений  $\Delta T_{\text{фронт}1}$  и  $\Delta T_{\text{фронт}2}$ , найти ее центр -  $\tau$  центр; и ширину плоской части  $\Delta T_{\text{сплош}}$ . Все эти данные должны быть записаны также на магнитную ленту для сравнения с последующими и предыдущими измерениями.

Таким образом, как уже говорилось, будут получены кривые задержанных совпадений для счетчиков, лежащих на траектории одной частицы. Для другой части счетчиков надо иметь еще один генератор, или сделать необходимые переключения, и проделать указанную выше процедуру, включив в качестве опорного счетчика  $L_e$ .

Для проверки работы антисовпадательного счетчика А необходимо его взять за опорный и выключить из схемы совпадений все каналы, за исключением канала счетчика А. Проделав описанную выше процедуру, получим кривые антисовпадений счетчика А со всеми годоскопическими счетчиками.

## 6. КОНТРОЛЬ ДЕТЕКТОРА ЭЛЕКТРОНОВ

Так как детектор электронов представляет собой спектрометрическую систему, контроль его должен охватывать изменение коэффициента передачи сигнала по всему динамическому диапазону. Другими словами через аппаратуру должны пропускаться по очереди два контрольных сигнала - вблизи начала и конца диапазона измеряемых амплитуд. Программа " *en line* " должна проводить через две измеренные точки прямую, являющуюся амплитудной характеристикой спектрометрического тракта детектора электронов. Функциональная схема блока  $ED\text{CONTROL}$ , осуществляющего контроль детектора электронов, приведена на рис. 14.

Основой схемы является генератор 20 ГИИС, питающий через быстрый коммутатор КБ 16 световых диодов, установленных вблизи фотоумножителей детектора электронов. Коммутатор КБ позволяет подключить к генератору световые диоды в пяти следующих комбинациях:

- 1) Все 16 фотоумножителей детектора электронов;
- 2) 4 первых фотоумножители в каждой четверке (в каждом из 4-х сэндвичей);
- 3) 4 вторых ФЭУ;
- 4) 4 третьих ФЭУ;
- 5) 4 четвертых ФЭУ.

Величина сигнала, поступающего на световоды, должна периодически принимать два значения, соответствующие контрольным сигналам в начале и конце динамического диапазона спектрометрического тракта  $ED$ .

Информация о величине контрольного сигнала и номерах контролируемых умножителей, а также о характере контроля заносится в специальные 4 бита, отведенных в слове для 4-х кодировщиков  $ED$ . Закон периодичности изменения выходного сигнала контрольного генератора, а также комбинации, подключенных к генератору светодиодов, задаются блоком с помощью тумблерного регистра управления и зависят от рода работ (контроля) всей установки.

Контроль детектора электронов имеет следующие режимы:

- 1) Режим "Контроль I",
- 2) режим "Контроль II",
- 3) контроль в режиме "Работа".

- а) автоматический контроль, который осуществляется за каждые две паузы работы ускорителя;
- б) однократный контроль , результат которого записывается в конце рабочей магнитной ленты, в N-2 зоне

#### 6а. РЕЖИМ РАБОТЫ "КОНТРОЛЬ I"

В этом режиме осуществляется градуировка детектора электронов.

Для получения амплитудной характеристики каждого сэндвича со всеми умножителями, либо для одного фотоумножителя в сэндвиче, необходимо выполнить следующие общие условия:

- 1) при градуировке сэндвичей с одним фотоумножителем необходимо блокировать вход второго линейного сумматора ЛС100 каждого первого сэндвича в  $E_L$  и  $E_R$  .
- 2) Запуск всех линейных входов  $E_D$  должен осуществляться от блока  $E_D CONTROL$  .
- 3) Блок  $E_D CONTROL$  должен запускаться от генератора 20ГИИС, обслуживающего быструю логику.
- 4) Должны быть набраны две серии контрольных сигналов, соответствующие началу и концу линейного диапазона проверяемых спектрометрических трактов. Причем переключение с одной измеряемой точки на другую должно происходить автоматически. Кроме того, должна быть предусмотрена возможность набора серии контрольных сигналов при одной постоянной амплитуде

Импульсов на светодиодах.

Тумблерный регистр в *ED CONTROL* задает оба описанных амплитудных режима контрольного генератора 20ГИИС, а также пять комбинаций подключения световых диодов.

Градуировочные кривые детектора электронов получаются в ЭВМ с помощью " *on-line* " программы, которая в этом случае должна:

1) для двух измеренных контрольных точек четырех одиночных ФЭУ строить амплитудные распределения, вычислять их дисперсии, проводить прямые, соответствующие амплитудным характеристикам 4-х спектрометрических трактов. Все это запоминать и печатать;

2) Вычислять суммарные характеристики четырех ФЭУ каждого из 4-х спектрометрических трактов, их дисперсии, запоминать и печатать;

3) Делать тоже самое, что и в п. 1 для случая, когда не все 16 ФЭУ подаются одновременно контрольные сигналы. Прямую амплитудной характеристики и "коридор ошибок", вычисленный по измеренным дисперсиям, программа " *on-line* " должна запомнить как градуировочную.

#### 66. РАБОТА *ED* В РЕЖИМЕ "КОНТРОЛЬ II".

В этом режиме работы допускается однократное обращение к ЭВМ и передача в нее информации:

1) служебной информации с тумблерного регистра

- I слово ;

2) информации с пересчетных стоек "Печать" -30 слов.

Режим "Контроль II" позволяет получать кривые задержанных совпадений фотоумножителей детектора электронов в правых и левых сэндвичей относительно счетчиков  $L_e$  и  $R_e$ , имеющих переменную задержку (рис. 12).

Для этого световая вспышка, одновременная со световой вспышкой на счетчиках  $L_e$  и  $R_e$ , подается на один из 4-х фотоумножителей в каждом сэндвиче  $E_L$  и  $E_R$ . Линейные ворота детектора электронов, управляемые сигналом контрольного генератора (рис. II), пропускают импульс на вход дискриминатора ДИ100, выходной сигнал которого совпадает по времени с запускающим импульсом генератора  $ED CONTROL$ , прошедшим через схемы С100 и Р100. Оба этих сигнала, а также сигнал от схемы  $CSTRIG$ , в которую включен счетчик  $L_e$  или  $R_e$ , подаются на тройные схемы совпадений СС-100. При разных задержках в каналах счетчиков  $L_e$  и  $R_e$  счет со схем совпадения накапливается на соответствующих пересчетках в  $PRINT$  и списывается в ЭВМ. Счет на выходе четырех схем совпадений СС100 в зависимости от задержки в каналах счетчиков  $R_e$  или  $L_e$  дает кривую задержанных совпадений для каждого ФЭУ в сэндвичах.

В режиме подбора задержек блок  $ED CONTROL$  должен осуществлять следующие функции:

I) потенциально блокировать вход второго линейного сумматора ЛС100 в спектрометрическом тракте I-го сэндвича,



чтобы не поступал импульс со 2-го сэндвича как в  $EL$ ,  
так и в  $ER$ .

2) Запускать контрольный генератор одновременно с контрольным генератором 20ГИИС, обслуживающим схемы быстрой логики (см. рис. I2) с джиттером не более  $\pm 2$  нсек.

3) Подавать одновременно на четыре первых фотоумножителя В каждом сэндвиче импульсы напряжения постоянной величины с выхода быстрого коммутатора КБ.

Команда о включении той или другой комбинации ФЭУ должна подаваться тумблерным регистром. Запуск всех линейных ворот АВ-100 осуществляется импульсом от  $ED CONTROL$ ,  $K_3$  не пропускает импульс от  $CSTRIG$ . В таком режиме происходит набор статистики для получения кривой задержанных совпадений для четырех указанных в п.3) фотоумножителей.

Для получения кривых задержанных совпадений остальных фотоумножителей необходимо повторить набор контрольной статистики для четырех вторых, третьих и четвертых ФЭУ в каждом сэндвиче.

#### бв. КОНТРОЛЬ ДЕТЕКТОРА ЭЛЕКТРОНОВ В РЕЖИМЕ "РАБОТА"

Автоматический контроль в режиме "Работа" заключается в том, что в каждую паузу работы ускорителя после того, как ЭВМ вышла из прерывания (вся рабочая информация передана в ЭВМ), срабатывает однократно генератор конт-

роля детектора электронов. В одну паузу подаются импульсы с 16 выходов генератора контроля, соответствующие началу динамического диапазона спектрометрического тракта.

Величина амплитуды соответствующего суммарного сигнала с четверки ФЭУ каждого сэндвича записываются в промежуточной памяти четырех кодировщиков амплитуда-время. Кроме того, в ту же память ( в 4 бит ) заносится информация, характеризующая величину сигнала на световых диодах (1-я или 2-я контрольная точка на амплитудной характеристике  $E D$  ). Передача контрольной информации с кодировщиков происходит перед началом следующего цикла работы ускорителя.

В другую паузу ускорителя происходит та же процедура, однако, на световые диоды подаются импульсы напряжения, соответствующие концу динамического диапазона спектрометрического тракта детектора электронов.

Особенности работы блока  $E D CONTROL$  в этом режиме следующие:

- 1) команды, набранные на тумблерном регистре в  $E D CONTROL$ , не работают.
- 2) Отсутствует блокировка линейного сумматора.
- 3) Однократный запуск  $E D CONTROL$  осуществляется импульсом от  $DATA$ , соответствующим выходу ЭВМ из прерывания.
- 4) Запуск всех линейных ворст  $E D$  осуществляется импульсом синхронизации, поступающим с  $E D CONTROL$ .
- 5) Все 16 световых вспышек работают одновременно.

6) Величина выходного сигнала генератора 20ГИИС блока *ED CONTROL* меняет свое значение ежециклично (два фиксированных значения).

7) Блок *ED CONTROL* должен иметь сброс в исходное состояние от:

а) кнопки "сброс",

б) кнопки "пуск".

8) Вместе с информацией кодировщиков в ЭВМ должна передаваться информация о величине контрольного импульса (о величине световой вспышки) с генератора 20ГИИС, а также информация о сбросе в исходное состояние системы управления блоком *ED CONTROL*.

После передачи контрольной информации, полученной за два цикла ускорителя, программа " *on-line* " должна:

1) провести прямую через две измеренные точки для каждого сэндвича.

2) Проверить, укладывается ли эта прямая в "коридор ошибок" градуировочной прямой, полученной в последнем градуировочном режиме "Контроль I".

3) При условии отклонения, полученной за 2 цикла прямой от градуировочной:

а) вычислять и запоминать поправки для рабочих значений, полученных с кодировщиков за эти же два цикла.

б) Выводить на печать полученные контрольные точки и их отклонение от градуировки, а также вычисленные поправки.

Контроль в (N-2) зоне в режиме "Работа" должен происходить с однократным запуском генератора 20ГИИС блока EP CONTR подобно работе в режиме автоматического контроля.

Комбинация охваченных однократным контролем фотомножителей детектора и величина световой вспышки должны соответствовать команде тумблерного регистра.

Молоз  
Бусвал  
мач  
В. В. В.  
Смолен  
В. В. В. Каш  
В. В. В. Гурман

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Т.В.Беспалова и др. Препринт ОИЯИ, P13-4020
2. Ю.К.Акимов и др. Материалы симпозиума по наносекундной ядерной электронике. Дубна, 1967, стр.131.
3. Л.М.Цупко. Дипломная работа, Дубна, 1969 г.
4. А.С.Вовенко и др. Регистрация информации в экспериментах с К<sup>0</sup>-мезонами в Серпухове — депшированное сообщение ОИЯИ 1969 г.



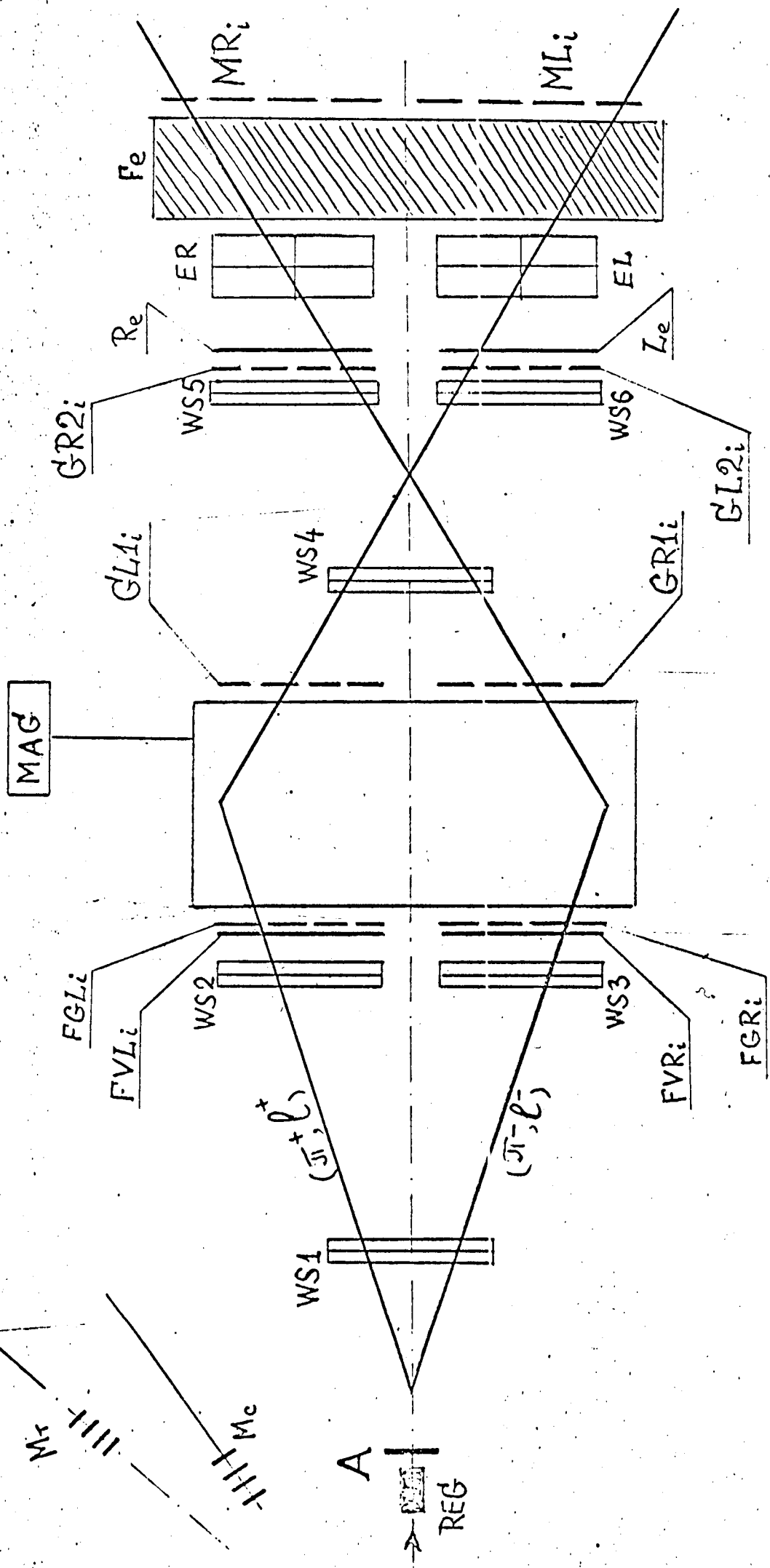


Рис. 1

СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ АППАРАТУРЫ

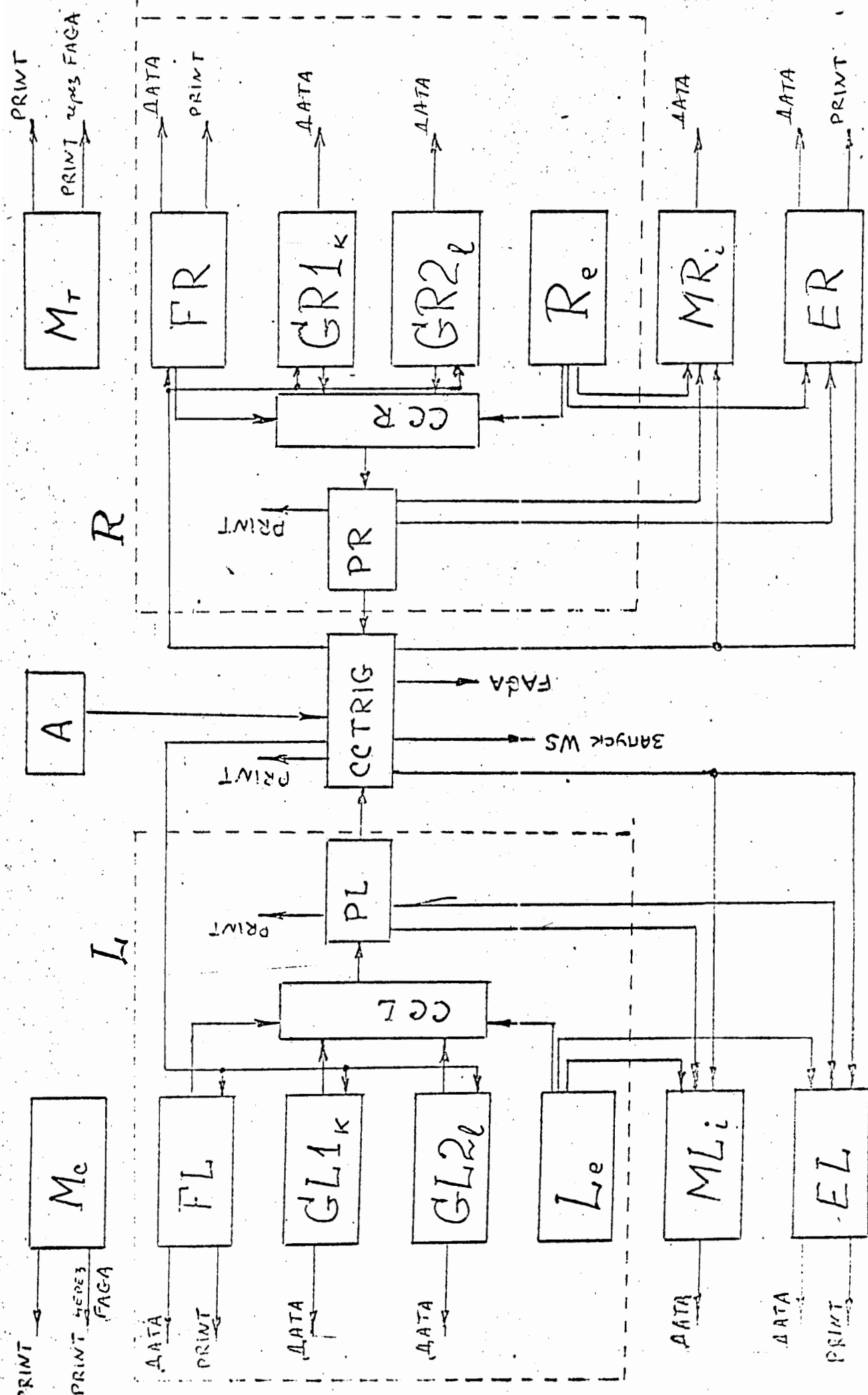


РИС. 2  
 БЛОК-СХЕМА ЗАПУСКА ИСКЛЮЧИТЕЛЬНОГО КАМЕРА

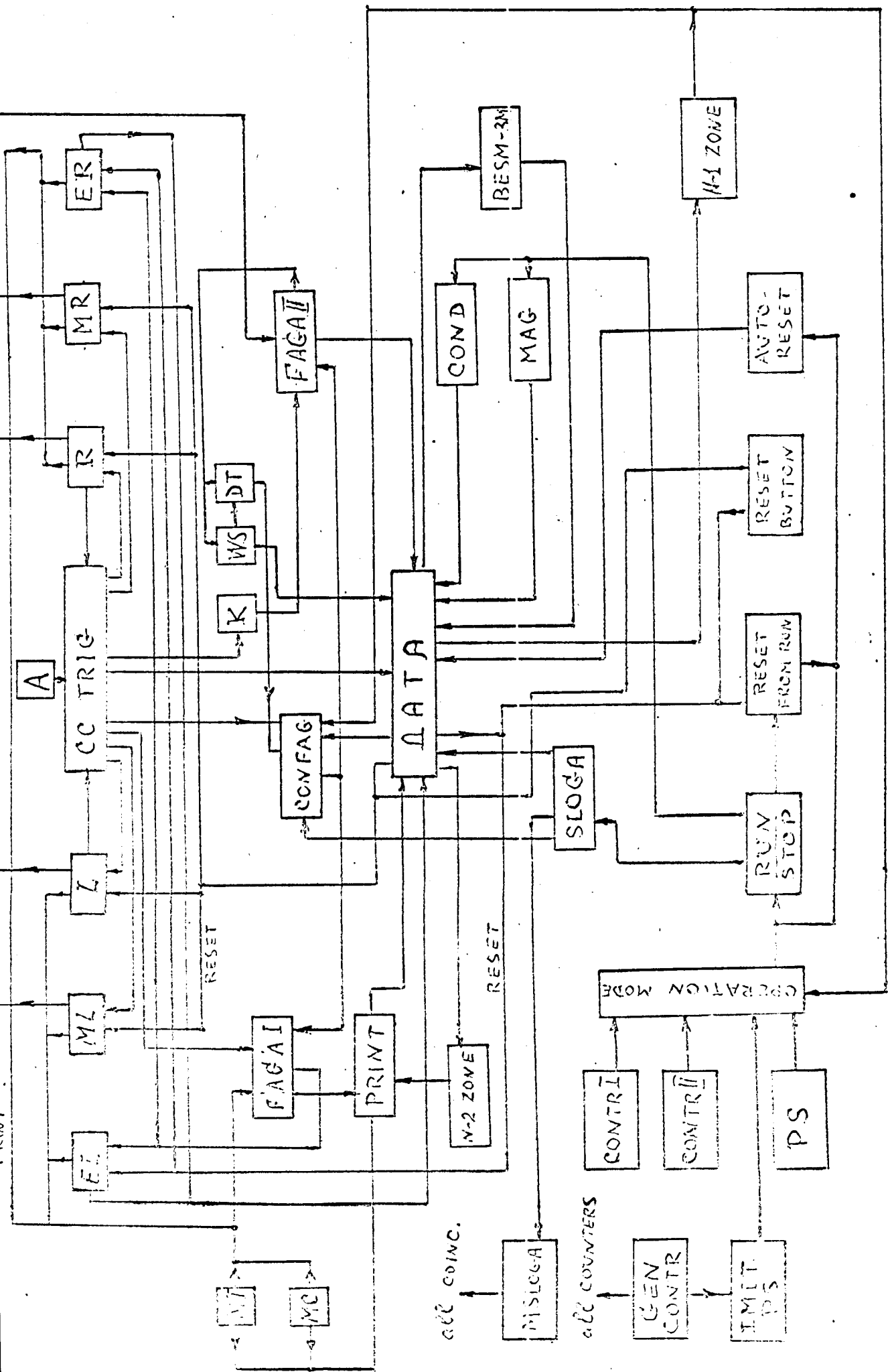


РИС. 3 ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ БЛОК-СХЕМА РАБОТЫ УСТАНОВКИ.

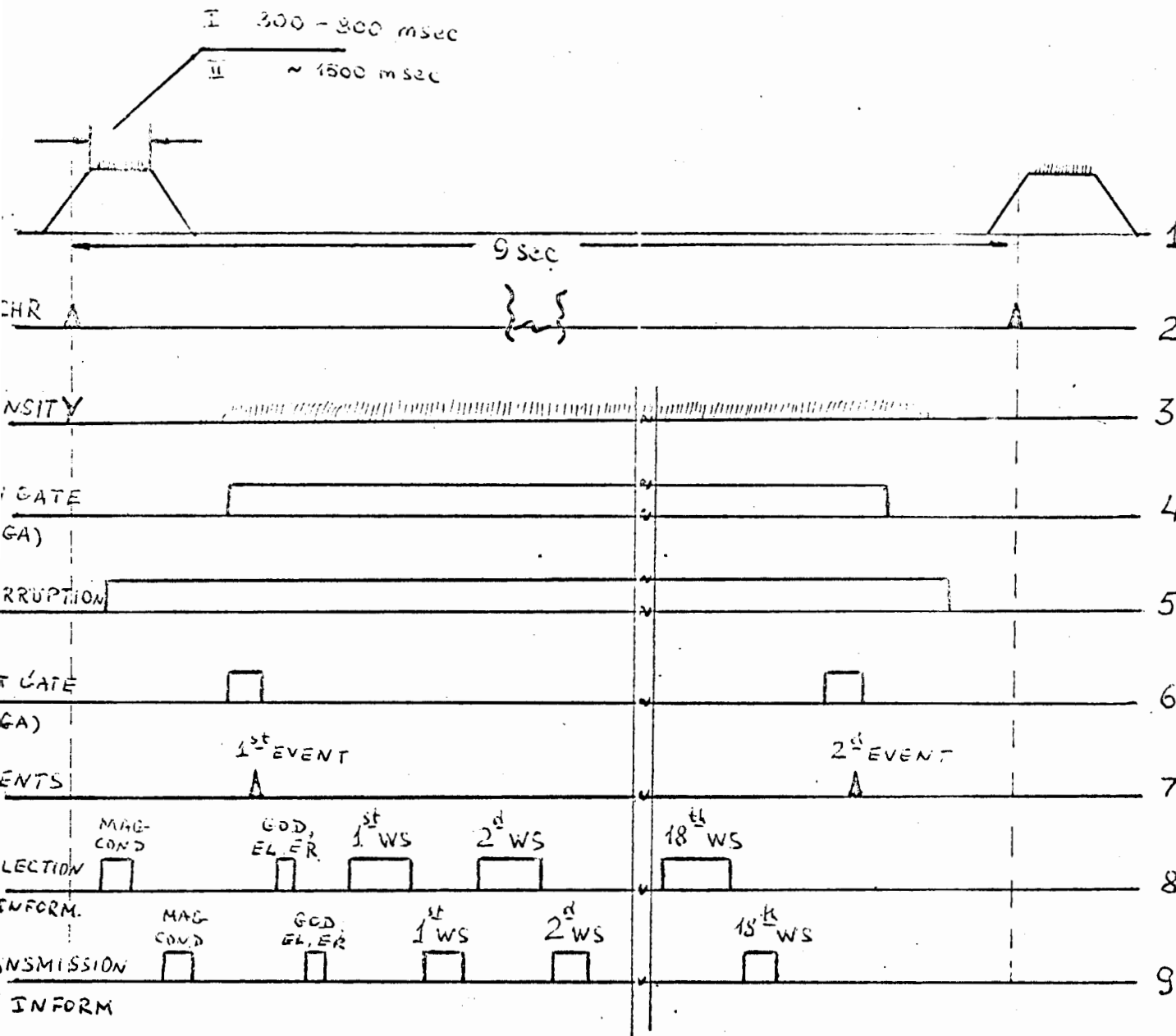


Рис 4.

Упрощенная временная диаграмма работы установки.

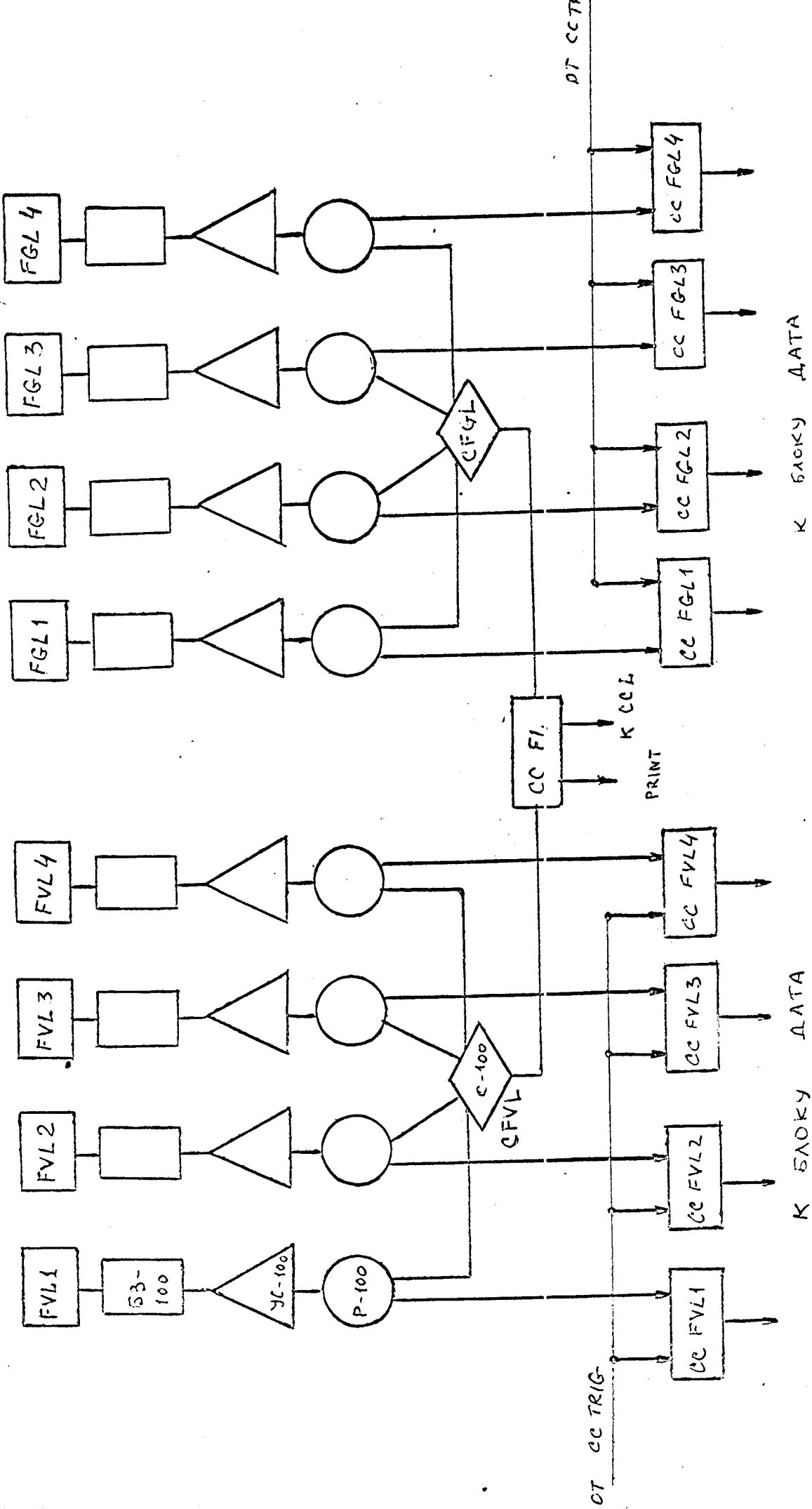
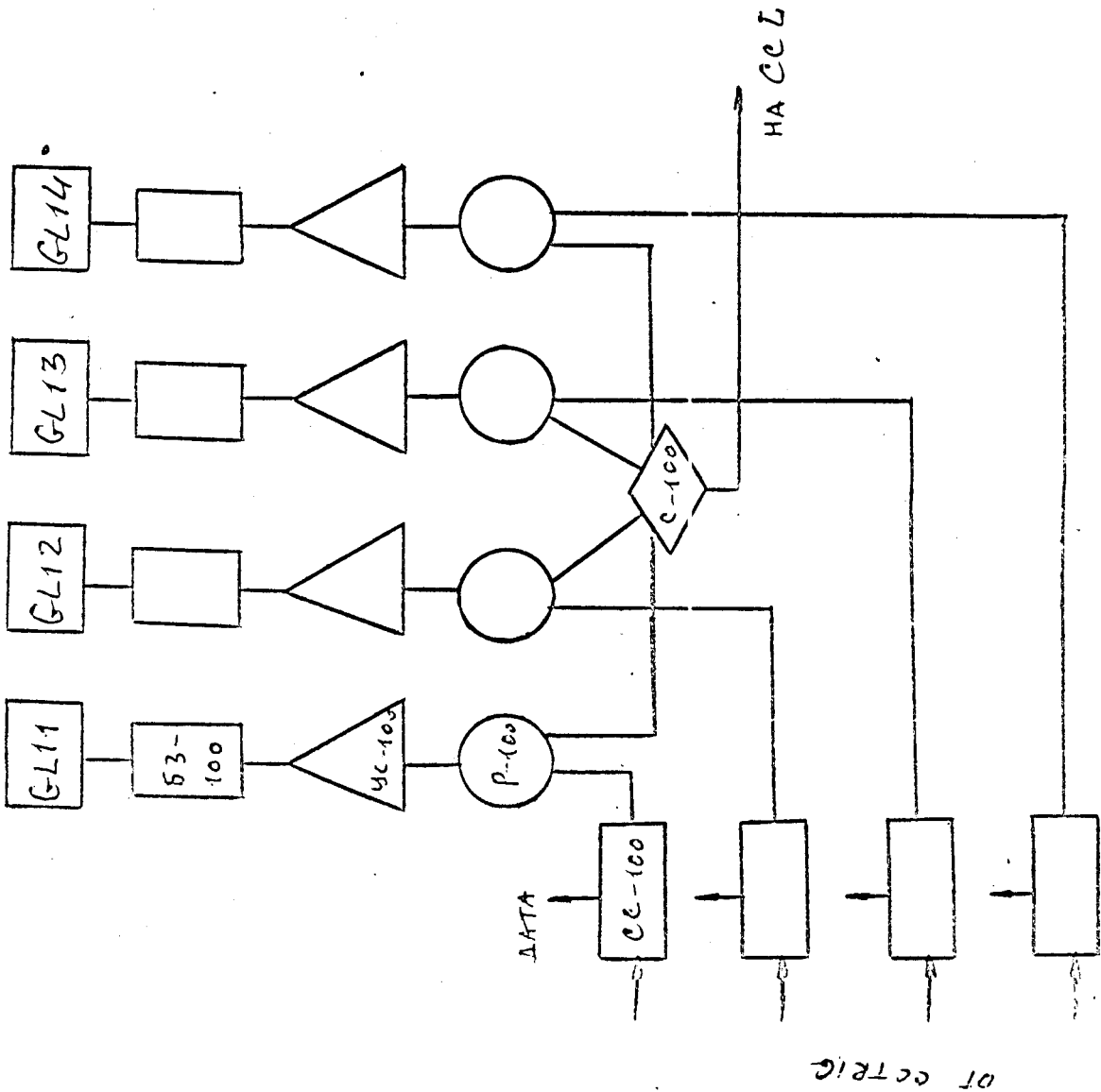


РИС 5

БЛОК СХЕМА ФРОНТАЛЬНЫХ ЛЕВЫХ СЧЕТЧИКОВ



	GL1 <sub>1</sub>	G1	G2	G1+G2
53-100	4	8	8	16
УС-100	2	4	4	8
P-100	4	8	8	16
С-100	1	2	2	4
2СС-100	4	8	8	16

Рис. 6

БЛОК СХЕМА ГОЛОСКОПИЧЕСКИХ СЧЕТЧИКОВ G1 и G2

OT CCTP10

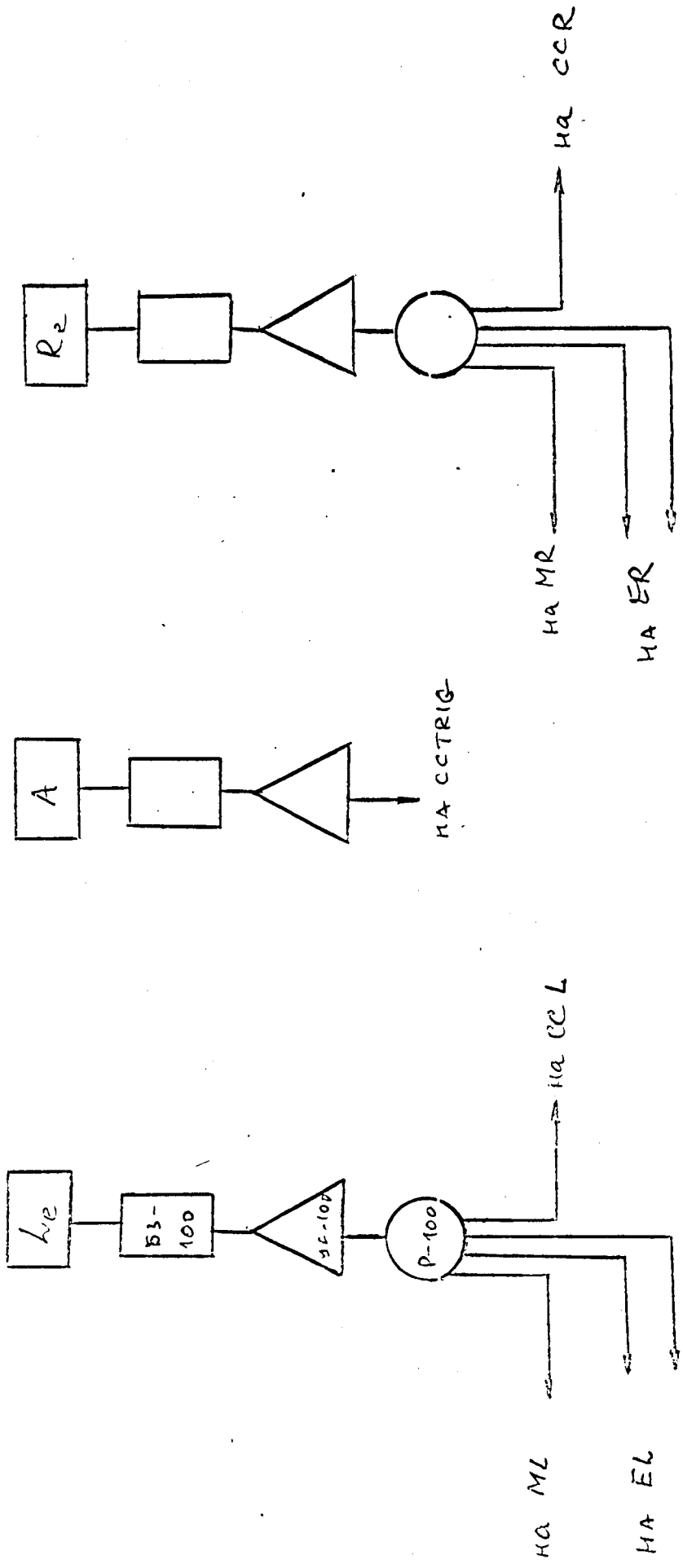
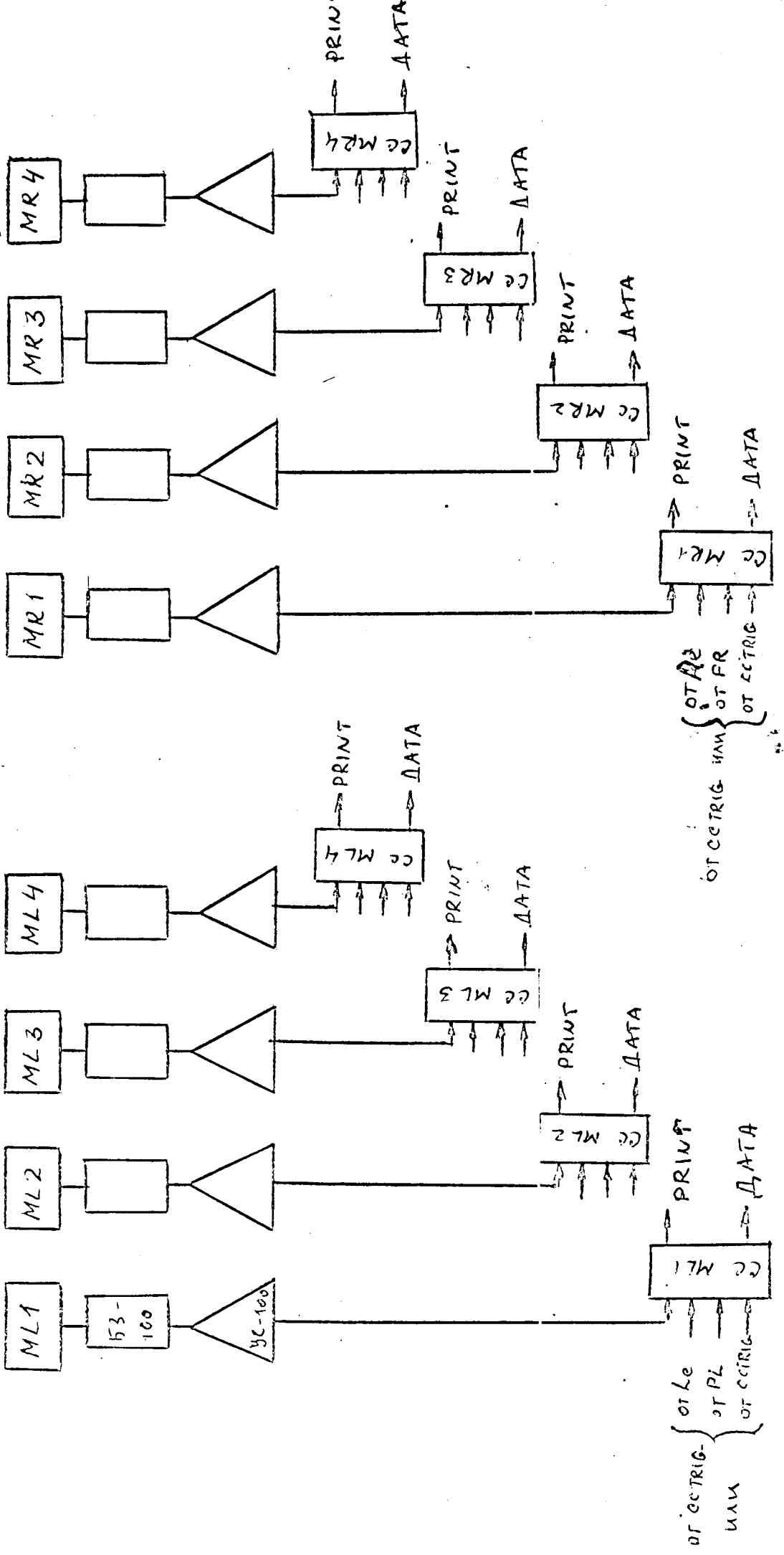


Рис. 7  
 Блок схема счетчиков  $L_e$ ,  $R_e$ ,  $A$ .

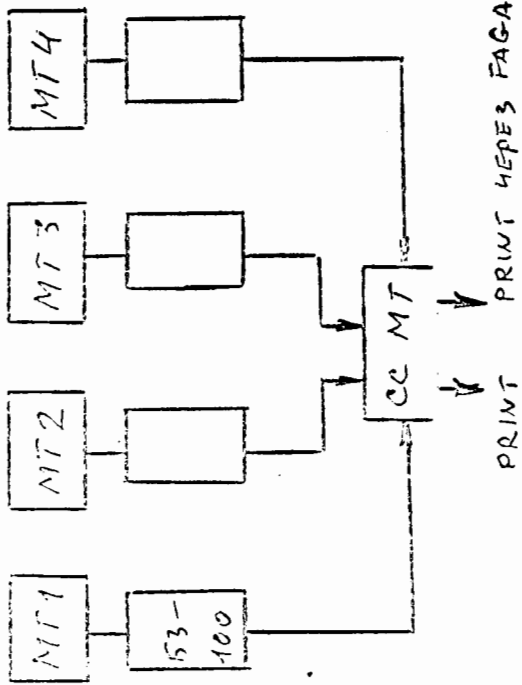


PIIC, 3

БЛОК СХЕМА МИКРОПРОЦЕССОРНОГО ДЕТЕКТОРА.



МОНИТОР НА МИШЕНЬ



НЕЙТРОННЫЙ МОНИТОР

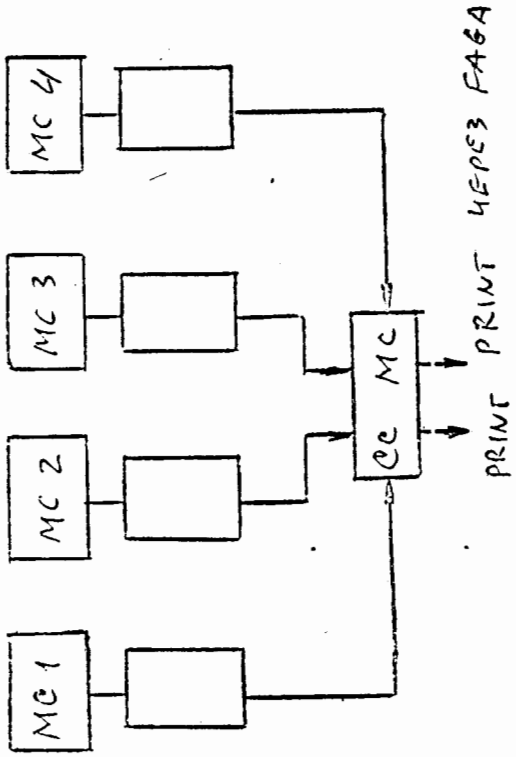


рис. 9

БЛОК СХЕМА МОНИТОРОВ

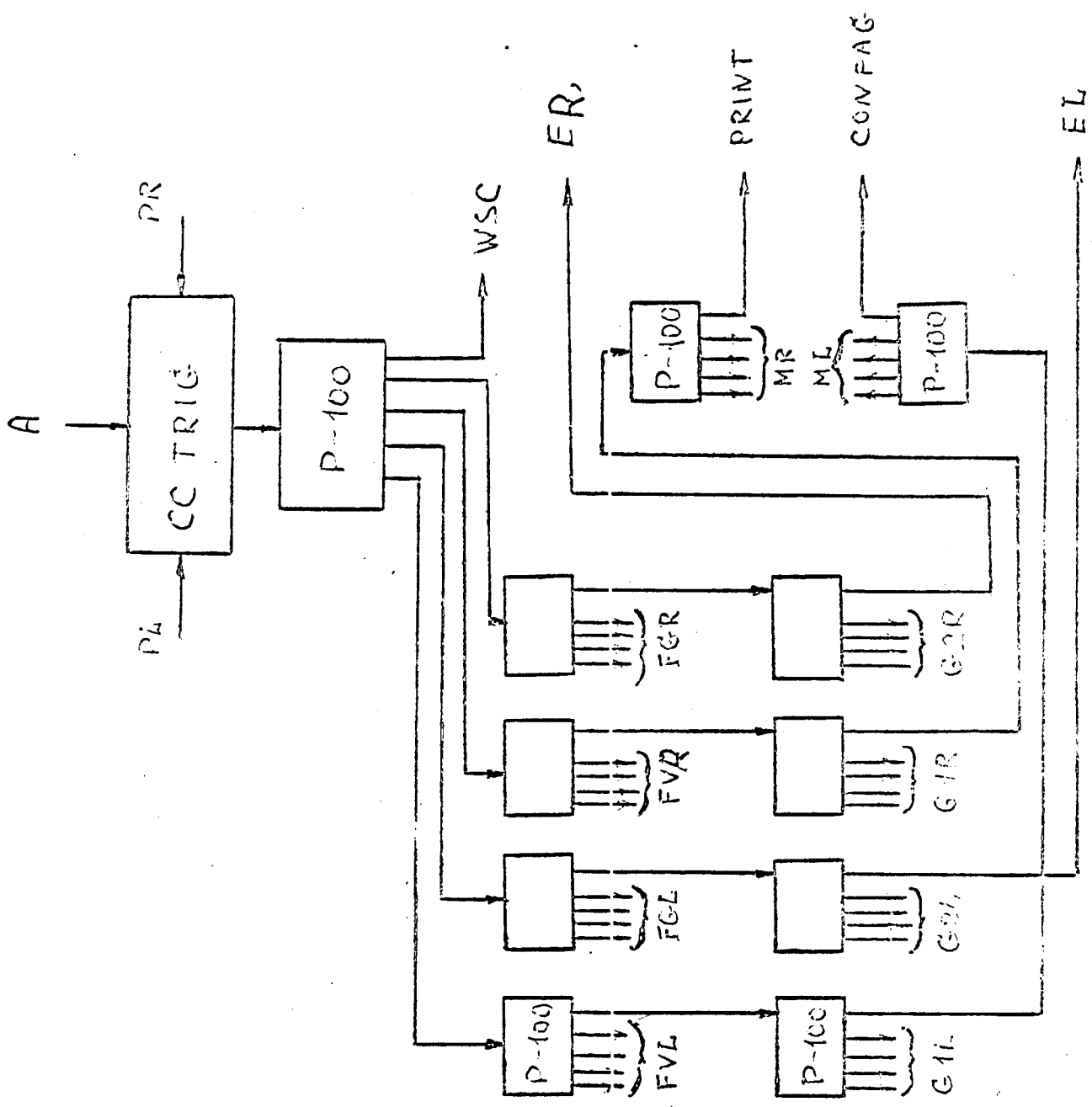


Рис. 10  
 Размкновение триггерного импульса

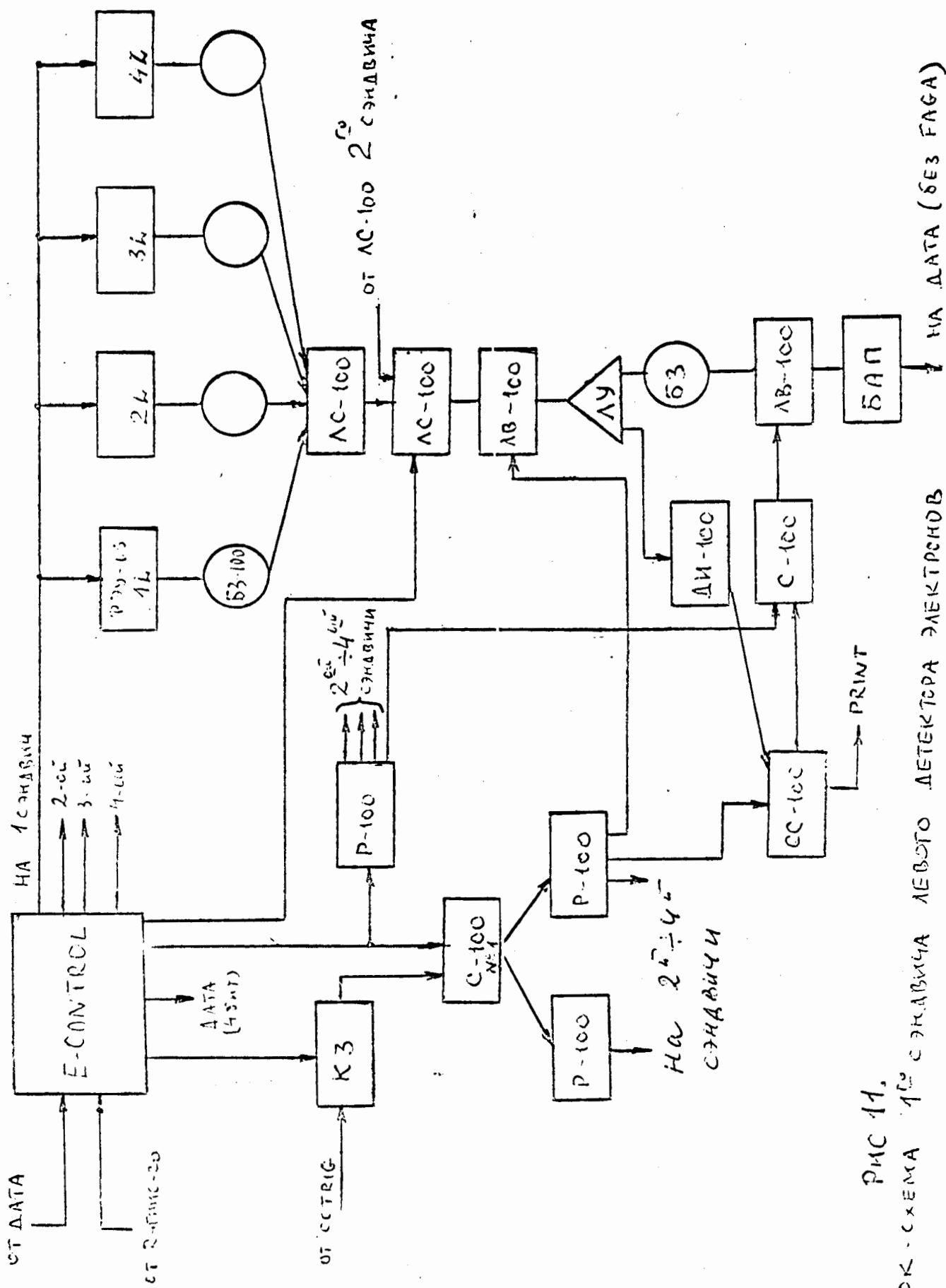


Рис 11.

БЛОК-СХЕМА 1<sup>го</sup> СЭНАВИЧА ЛЕВОГО ДЕТЕКТОРА ЭЛЕКТРОНОВ

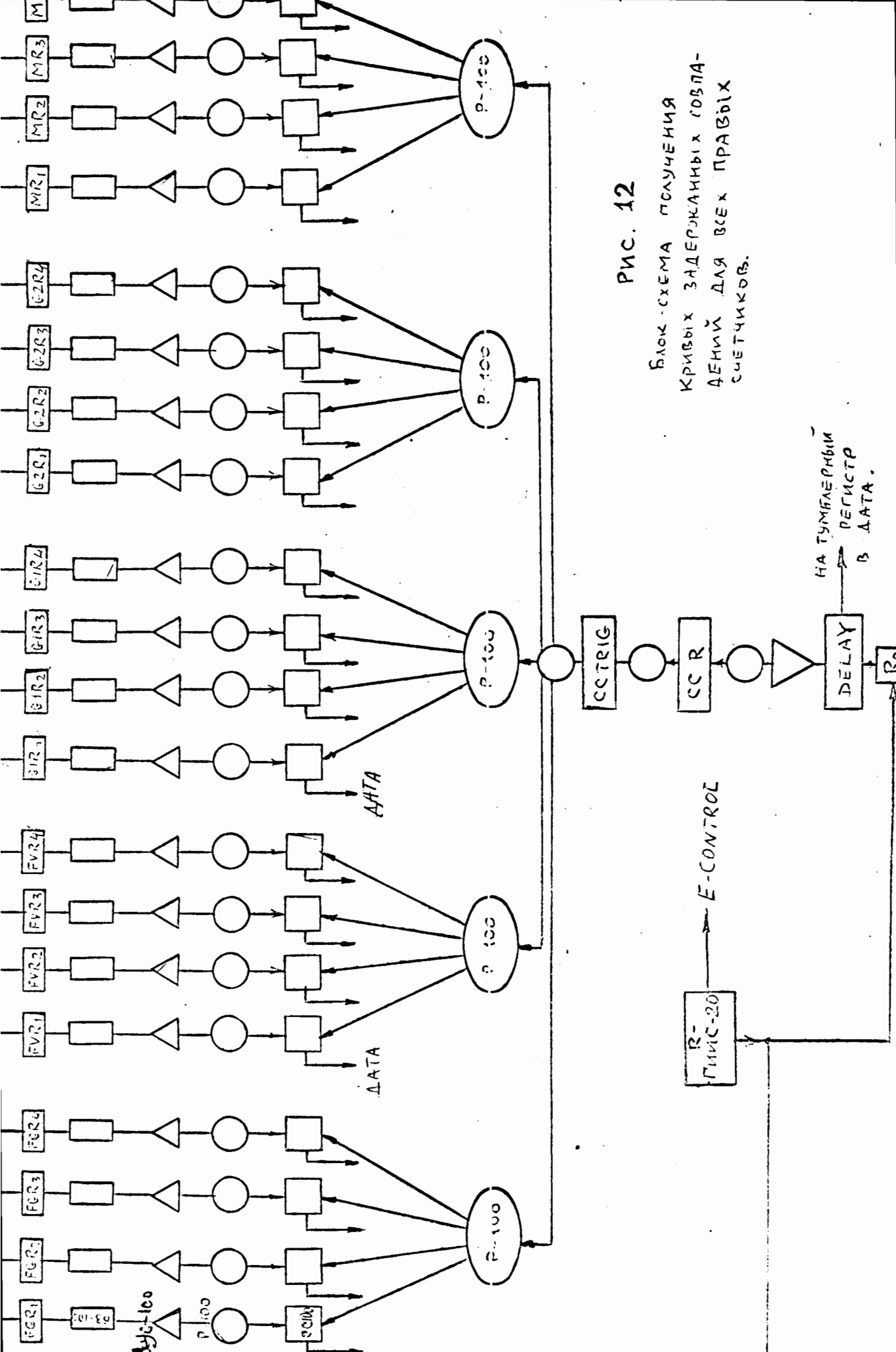


РИС. 12

БЛОК-СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ  
КРИВЫХ ЗАДЕРЖАНИЙ СОБЛА-  
ДЕНИЙ ДЛЯ ВСЕХ ПРАВЫХ  
СЧЕТЧИКОВ.

НА ТУМБЛЕРНЫМ  
РЕГИСТРЕ  
В ДАТА.

E-CONTROL

R-ПЛИС-20

CCTRIG

CCR

DELAY

DATA

P-100

P-100

P-100

P-100

DATA

DATA

П-100

P-100

СЦИФ

MR1 MR2 MR3

GZR1 GZR2 GZR3 GZR4

GIR1 GIR2 GIR3 GIR4

FVR1 FVR2 FVR3 FVR4

FGR1 FGR2 FGR3 FGR4

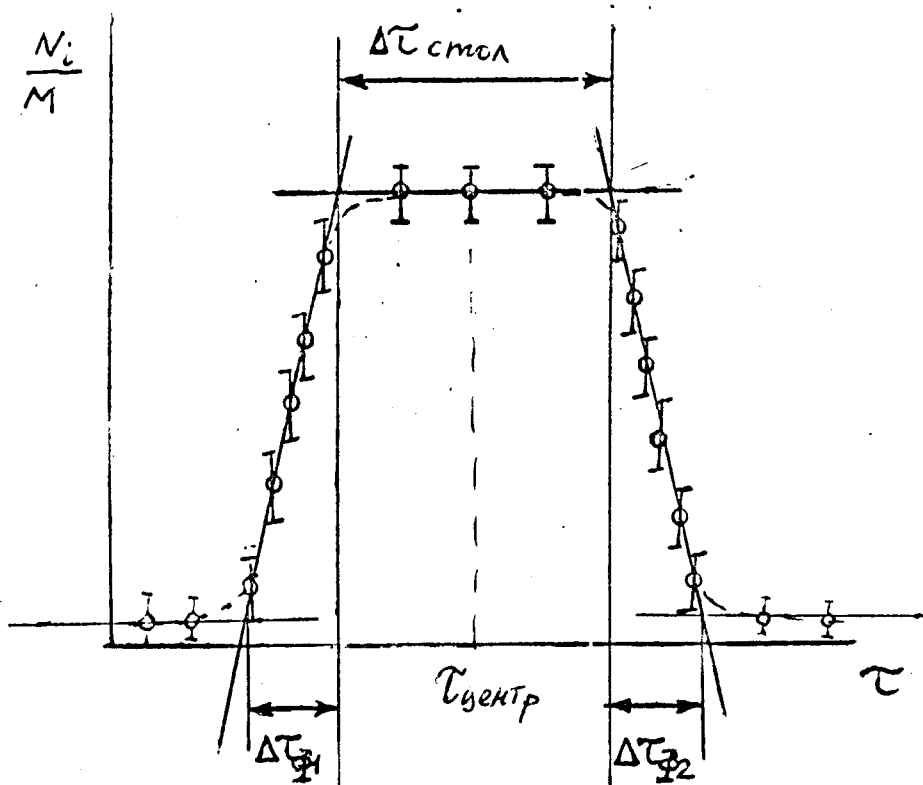


Рис. 13

Кривая задержанных совпадений  $i$ -го счетчика и её аппроксимация прямыми линиями.

# E-CONTROL

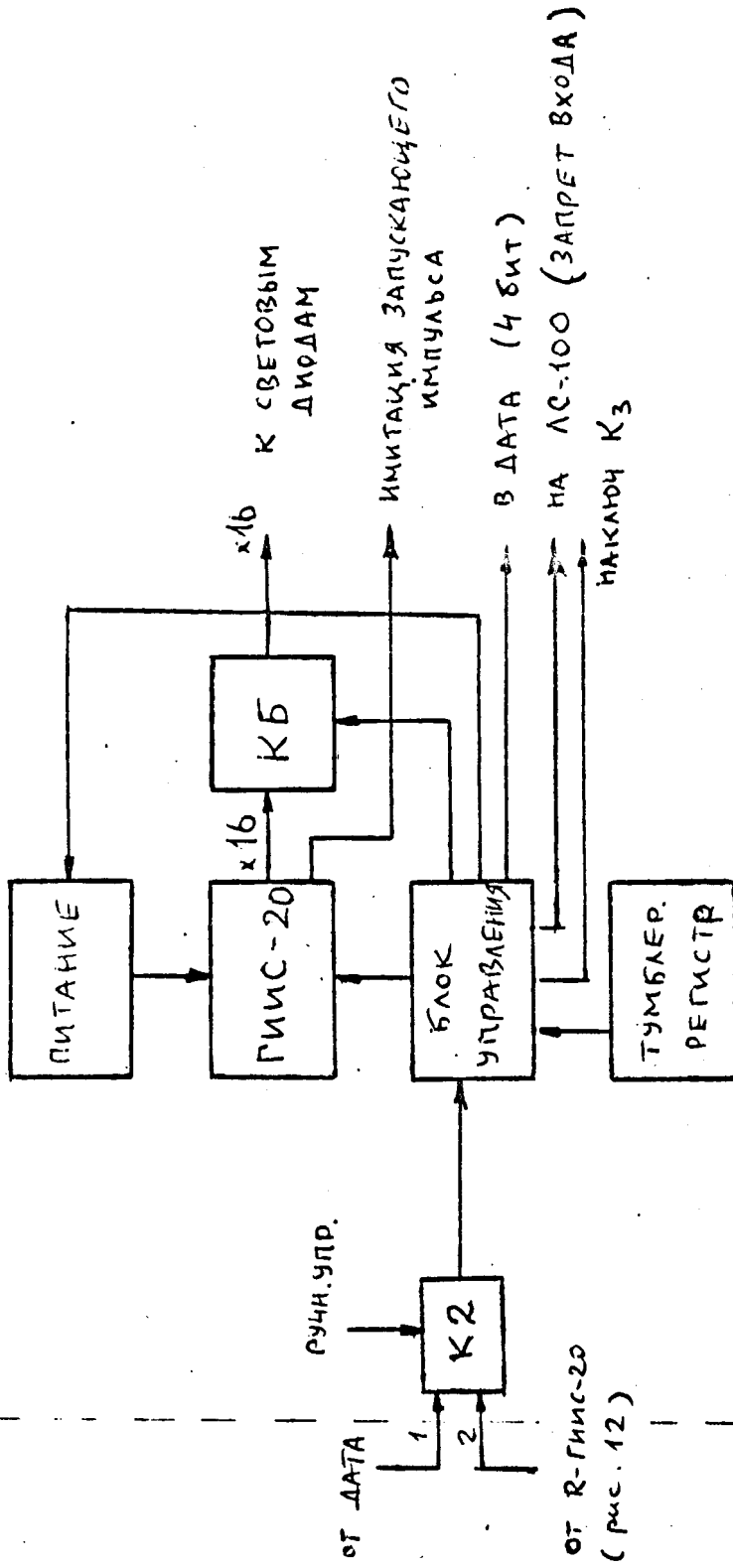


Рис 14.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА БЛОКА E-CONTROL.