

1272  
1 575  
СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

1 - 5910



С.Г.Басиладзе, В.К.Бирюлев, А.С.Вовенко,  
В.Я.Гвоздев, Б.Н.Гуськов, А.Запасник,  
И.Ф.Колпаков, В.Г.Кривохижин, П.К.Маньяков,  
И.А.Савин, В.Е.Симонов

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

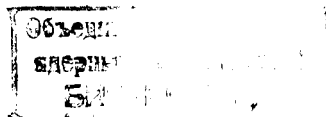
БЫСТРАЯ ЭЛЕКТРОНИКА  
МАГНИТНОГО ИСКРОВОГО  
СПЕКТРОМЕТРА  
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ  
 $K_L^0 - K_S^0$ -РЕГЕНЕРАЦИИ

1971

1 - 5910

С.Г.Басиладзе, В.К.Бирулев, А.С.Вовенко,  
В.Я.Гвоздев, Б.Н.Гуськов, А.Запасник,  
И.Ф.Колпаков, В.Г.Кривохижин, П.К.Маньяков,  
И.А.Савин, В.Е.Симонов

БЫСТРАЯ ЭЛЕКТРОНИКА  
МАГНИТНОГО ИСКРОВОГО  
СПЕКТРОМЕТРА  
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ  
 $K_L^0 - K_S^0$ -РЕГЕНЕРАЦИИ



## 1. Введение

Существенной составной частью магнитного искрового спектрометра<sup>/1/</sup>, предназначенного для изучения регенерации каонов через распады на два заряженных пиона нейтральных долгоживущих и регенерированных короткоживущих каонов, является быстрая электроника, осуществляющая прием сигналов от счётчиков, отбор нужных событий с помощью логических блоков и организацию запускающего импульса для искровых камер.

Схема спектрометра, работающего на линии с ЭВМ, приведена на рис. 1. Сцинтилляционные счётчики, используемые для запуска искровых камер, расположены в четырех (*FI, FII, GI, GII*) плоскостях, две из которых помещены перед анализирующим магнитом, а две другие – после магнита. Плоскости состоят из полуплоскостей, каждая из которых содержит по четыре счётчика (слева и справа от оси пучка).

Полезное событие (распад  $K^0$ -мезона) представляет собой вилку из 2 заряженных частиц с вершиной (точкой распада  $K^0$ -мезона), лежащей между счётчиком антисовпадений А и первой фронтальной плоскостью. Спектрометр регистрирует такие события, когда до магнита одна из распадных частиц проходит слева от оси пучка, другая справа и траектории этих частиц за магнитом пересекаются в районе вето-счётчиков.

Для запуска искровых камер требуется срабатывание по крайней мере одного счётчика в первой фронтальной плоскости и одного из счётчиков каждой полуплоскости вдоль траекторий левой и правой распадных частиц. Кроме того, должны отсутствовать сигналы от вето-счётчиков

и счётчика А, стоящего за регенератором. После осуществления запуска вместе с информацией с координатных искр в ЭВМ вводится годоскопическая информация, т.е. информация о состоянии счётчиков при данном запуске.

Если одна из распадных частиц, вызвавших запуск, была мюоном, то она, пройдя слой железа толщиной 240 см, вызовет срабатывание соответствующих счётчиков мюонного детектора. Информация о состоянии при данном запуске мюонных счётчиков 1-8 также вводится в ЭВМ.

## 2. Блок-схема электроники

Обработка сигналов с фотоумножителей, организация запуска, а также вывод годоскопической и мюонной информации осуществляется по блок-схеме (см. рис. 2), аналогичной в основном описанной ранее<sup>/2/</sup>. Номера ФЭУ, приведенные на блок-схеме, соответствуют номерам счётчиков **F I, F II, G I, G II** и мюонных плоскостей.

Импульсы от запускающих счётчиков поступают на стандартные цепочки, состоящие из блока задержки, усилителя и размножителя. Выходные сигналы размножителей в группах из четырех счётчиков, образующих полуплоскость, складываются по схеме "ИЛИ" на общем смесителе. Срабатывания хотя бы одного счётчика в каждой из восьми полуплоскостей достаточно для появления выходных импульсов восьми смесителей. Сигналы смесителей поступают на схемы совпадения **CCL** и **CCR**, выполняющие логическую функцию выделения траекторий левой и правой частиц распада  $K^0$ -мезона. Выделение распадной вилки осуществляет схема совпадения **CCTR**, на вход которой приходят сигналы схем **CCL** и **CCR**. Сигналы с антисчётчика А и вето-счётчиков **A<sub>L</sub>**, **A<sub>R</sub>** поступают на входы антисовпадений схем **CCTR**, **CCL** и **CCR** соответственно. Сигналы этих счётчиков стандартизируются формирователями с последующим удлинением выходного импульса на смесителях для устранения мертвого времени формирователя.

Вывод годоскопической информации со счётчиков на ЭВМ (на логику считывания) осуществляется через 32 двойные схемы совпадения, управляемые по одному входу общим строб-сигналом, который представляет собой размноженный выходной импульс схемы совпадения **CCTR**. На входы

пропускания двойных схем подаются импульсы с умножителей каждого из 32 запускающих счётчиков. Номера мюонных счётчиков (1-8) выводятся на логику считывания через 8 четырехкратных схем совпадения (включенных как тройные). Кроме строб-сигнала и импульсов с соответствующих мю-счётчиков (сигналы которых обрабатываются так же, как сигналы запускающих счётчиков), на входы этих схем совпадения подаются просуммированные сигналы со счётчиков  $\mu 9$  и  $\mu 10$  ( $\mu 11$  и  $\mu 12$ ). Суммирование происходит на входе соответствующих усилителей с последующим умножением сигнала. Два блока задержки, включенные после схемы **CSTR** в канале умножения строба, позволяют снять одновременно кривые задержанных совпадений по строб-сигналу для всех схем, через которые информация выводится в ЭЕМ.

Наличие умножителей в данной блок-схеме и дополнительных схем совпадений позволяет осуществить одновременно несколько операций. Например, при настройке камер перед началом работы спектрометра можно одновременно производить настройку детектора электронов или мюонов. Даже в режиме набора статистики можно осуществлять проверку счётчиков, или групп счётчиков, не останавливая основной работы.

Описанная блок-схема собрана из отдельных блоков быстрой электроники<sup>/3/</sup>. В процессе создания системы запуска магнитного искрового спектрометра блоки быстрой электроники претерпели некоторое изменение по сравнению с первоначально разработанными. В настоящем сообщении приводятся их окончательные характеристики.

Все блоки данной системы размещены примерно в трех стойках типа "Вишня".

### 3. Характеристика блоков быстрой электроники

Конструктивно все схемы выполнены на стандартных каркасах с размером передней панели 160x80 мм<sup>2</sup>. Входные и выходные импульсы — отрицательной полярности. Они подаются и снимаются через высокочастотные разъемы СР-50-73Ф. Входное сопротивление схем  $\approx 50$  ом. Приведенные коэффициенты отражения от входов схем измерялись для импульсов с фронтом 3 нсек. Связи во всех схемах, кроме умножителя, осуществлены по постоянному току.

Работа размножителя, усилителя и смесителя была проверена в условиях, имитирующих большую загрузку. Для этого на вход схем подавались серии отрицательных импульсов длительностью 500 мсек с регулируемой величиной амплитуды. Время нарастания и спада импульсов серии было не более 5 нсек. Частота повторения внутри серии менялась от 10 до 50 Мгц. Частота повторения серии ( $\approx 8$  сек) соответствовала частоте работы ускорителя. Для приводимых ниже параметров схем указан разброс, определяемый в основном недостаточной полной стандартизацией блоков быстрой электроники.

### За. Блск задержки БЗ100 (рис. 3)

Блок имеет следующие характеристики:

Волновое сопротивление (кабель типа РК-50-7-11)	50 ом.
Полная задержка (задержка меняется ступенями через 1 нсек)	33 нсек. 2 нсек.
Собственная задержка	
Точность установки задержки	$\pm 0,2$ нсек.
Время нарастания на выходе не хуже	$\approx 1,5$ нсек.
Коэффициент отражения	$4 \pm 1\%$ .
Коэффициент прямого прохождения	$6 \pm 1\%$ .

### 3б. Сдвоенный импульсный усилитель 2У-100

Блок импульсного усилителя включает в себя две схемы (рис. 4), выполненные на базе линейного усилителя ЛУ100 с использованием одного ограничительного диода (Д2) в первом каскаде и двух диодов (Д3, Д4) - во втором. Уровень ограничения выходных сигналов  $\approx 2$  вольта.

Характеристики усилителя:

Количество суммирующих входов 2; количество выходов 2 параллельных; коэффициент отражения от входа 7-8%; постоянный потенциал на входе  $0 \pm 20$  мв; постоянный потенциал на выходе  $0,4 \pm 0,25$  в (см. приложение 1б); время задержки выходного сигнала  $5 \pm 1$  нсек; время нарастания выходного сигнала (при входных сигналах  $\leq 0,2$  в)  $2,5 \pm 0,5$  нсек; максимальный входной сигнал 12 в.

Ограничительные диоды, включенные в схему усилителя, нарушают линейность передачи сигнала: коэффициент усиления  $K$  в диапазоне входных амплитуд  $V_{вх}=50-200$  мв меняется от  $13\pm 3$  до  $8,5\pm 1,5$  (табл. 1).

Таблица 1

$U_{вх}$ (мв)	50	150	200
$K$	$13\pm 3$	$12\pm 2$	$8,5\pm 1,5$

В режиме ограничения ( $0,5 \text{ в} \leq V_{вх} \leq 8 \text{ в}$ ) величина входного сигнала составляет  $V_{вых} (\text{в}) = 2,3 + 0,3(V_{вх} (\text{в}) \pm 0,5)$  (см. приложение 1а).

Мертвое время (уширение выходного сигнала) в диапазоне  $V_{вх} \leq 0,2 \text{ в}$  составляет  $\approx 5$  нсек.

В режиме ограничения мертвое время усилителя  $\tau_m$  растет с увеличением входного сигнала  $V_{вх}$  (табл. 2).

Таблица 2

$V_{вх}$ (в)	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0
$\tau_m$ (нсек)	4	6	12	16	20

При подаче на вход усилителя серии импульсов с амплитудой 150 мв, имитирующих загрузку со счётчиков, коэффициент усиления схемы остается постоянным с точностью ( $\pm 5\%$ ) вплоть до частоты серии 50 Мгц. Токи, потребляемые блоком из 2 усилителей: 160 ма при напряжении  $\pm 12$  в; 72 ма при напряжении  $\pm 24$  в.

### 3в. Сдвоенный формирователь импульсов 2Ф100

Блок включает в себя два формирователя (рис. 5), преобразующих сигналы в широком диапазоне амплитуд и длительностей в стандартные импульсы.

Характеристики формирователя:

Чувствительность  $100\pm 20$  мв; максимальная амплитуда на входе 50 в; коэффициент отражения от входа 4-5%; постоянный потенциал на входе 0 в; постоянный потенциал на выходе 0 в; число независимых выходов 2;

время нарастания и спада выходного сигнала  $2 \pm 0,2$  нсек; амплитуда выходного сигнала на нагрузке 50 ом  $0,9 \pm 0,1$  в; длительность выходных импульсов 5, 10, 20, 50 нсек; задержка выходного сигнала  $9 \pm 2$  нсек; мертвое время равно удвоенной длительности выходного сигнала; максимальная частота срабатывания 50–60 Мгц; токи, потребляемые блоком 2Ф100: 320 ма при напряжении  $-12$  в и 200 ма при напряжении  $+12$  в.

### 3г. Размножитель импульсов Р100

Размножитель (рис. 6) представляет собой линию с сосредоточенными элементами: входные емкости транзисторов и индуктивные связи выполнены в виде общей полосы фольги. В связи с тем, что в описываемой системе на размножитель подавались сигналы с импульсного усилителя с постоянной выходной составляющей, отличной от нуля, на входе размножителя Р100 применены разделительные конденсаторы. Кроме того, в размножителях, стоящих в каналах запускающих и мюонных (1–8) счётчиков, прямой выход, с которого берется сигнал годоскопической информации, задержан с помощью кабеля РК–50–2–13 на 125 нсек. В размножителях Р100, разветвляющих сигналы счётчиков  $\mu 9$ ,  $10$  и  $\mu 11, 12$ , дополнительная задержка 125 нсек включена на входе схемы.

Характеристики размножителя:

Число входов 1; число выходов 5; коэффициент отражения от входа 10–6%; диапазон линейности 0–4в; коэффициент передачи в линейном диапазоне  $0,75 \pm 0,7$ ; время нарастания выходного сигнала  $2,5 \pm 0,5$  нсек; время задержки выходного сигнала по выходам 1–4  $3 \pm 0,5$  нсек; время задержки прямого выхода  $1:8 \pm 1$  нсек.

Максимальная частота срабатывания ограничивается емкостными связями и составляет  $\approx 10$  Мгц при амплитуде импульсов 1,5 в и длительности серии 500 мсек (частота повторения серии  $\approx 8$  сек). Коэффициент передачи при этом, составляющий  $\approx 0,8$  для первых импульсов серии, равномерно уменьшается к концу серии до  $\approx 0,7$ .

Потребляемые токи: 25 ма при напряжении  $-12$  в; 25 ма при напряжении  $+12$  в.



### Зд. Восьмиканальный размножитель

Блок является быстрым линейным размножителем на основе 8 параллельных усилительных каскадов со связью по постоянному току (рис.7).

Характеристики размножителя:

Число входов 1; число выходов 8; коэффициент отражения от входа  $8 \pm 2\%$ ; диапазон линейной передачи 0–5 в; коэффициент передачи в линейном диапазоне (см. приложение 2)  $1,1 \pm 0,1$ ; задержка выходного сигнала  $7 \pm 2$  нсек; время нарастания выходного сигнала  $4 \pm 0,5$  нсек; постоянный потенциал на входе  $-15 \pm 15$  мв; постоянный потенциал на выходе  $+10 \pm 90$  мв; потребляемые токи: 100 ма при напряжении  $-12$  в; 120 ма при напряжении  $+12$  в.

### Зе. Смеситель С100

Блок представляет собой логический смеситель, выполняющий функцию "ИЛИ". Пунктиром на схеме (рис. 8) обозначен второй независимый выход смесителя, использованного в канале счётчика антисовпадений.

Характеристики смесителя:

Число входов 4; число выходов 1 двояный (либо 2 независимых); коэффициент отражения от входа 1–4%; чувствительность  $0,35 \pm 0,05$  в; минимальная длительность входного сигнала 3 нсек; время нарастания и спада выходного сигнала  $2,5 \pm 0,3$  нсек; задержка выходного сигнала 6 нсек; амплитуда выходного сигнала на нагрузке 50 ом  $0,9 \pm 0,05$  в.

При подаче на вход смесителя серии 1,5в сигналов на выходе схемы получается серия стандартных импульсов с  $\approx 6\%$  отрицательным постоянным уровнем. Потребляемые токи: 60 ма при напряжении  $-12$  в; 30 ма при напряжении  $+12$  в.

### Зж. Четырехкратная схема совпадений 4СС100

Блок 4СС100 представляет собой схему совпадения кратности 2,3 и 4 с элементом отбора на туннельном диоде (рис. 9). Входные формирователи выполнены на токовых ключах с формировкой по длительности отрезками короткозамкнутого кабеля. В канале антисовпадения временная формировка сигнала отсутствует.

Характеристики схемы совпадения:

Число входов совпадения	2+4.
Число входов антисовпадения	1.
Число выходов	2 параллельных (либо 2 независи- мых).
Разрешающее время	18+2 нсек.

(Длина короткозамкнутых линий во входных формирователях Л31-Л34 5,5 нсек; в схемах 4СС100, использованных для вывода информации мюонных счётчиков, длина линии Л31 выбрана равной 12 нсек).

Чувствительность схем по входам совпадений и антисовпадений	0,25±0,05 в.
Коэффициент отражения от входа	4+2%.
Постоянный потенциал на выходе и входе схемы	0 в.
Задержка каналов совпадения	20+2 нсек.

Выходной импульс колоколообразной формы шириной на полувысоте (длина линий Л36 равна 5 нсек) 10+2 нсек.

Блок 4СС100, использованный в качестве схемы **ССТР**, имеет ширину выходного сигнала 15 нсек (длина линии Л36 в нем составляет 13 нсек). Величина выходного импульса 2+2,5 в на нагрузке 50 ом для двух параллельных выходов и ≈ 1,5 в на той же нагрузке для двух независимых выходов.

Мертвое время входных формирователей	10+2 нсек.
Мертвое время схемы совпадений	18+2 нсек.

Для схемы совпадения **ССТР** мертвое время составляет 27 нсек. Чувствительность, разрешение и параметры выходного сигнала для отдельных схем приведены в приложении 3. Схема 4СС100 может управляться внешним сигналом. В нормальном состоянии она открыта. Величина запрещающего сигнала на входе управления 6 в. Потребляемые токи: 270 ма при напряжении -12 в; 90 ма при напряжении +12 в.

### 3э. Двойная схема совпадений 2СС100

Блок 2СС100 состоит из 2 схем временных ворот (рис. 10), предназначенных для отбора сигналов годосколических счётчиков при наличии строб-сигнала. Схема является модификацией четырехкратной схемы совпадения 4СС100, из которой исключены два канала совпадений и канал антисовпадения. Кроме того, в одном из каналов (строб-вход) исключена временная формировка.

Характеристики схемы совпадают с характеристиками четырехкратной схемы совпадения 4СС100, за исключением следующих параметров: минимальная длительность строб-импульса 5 нсек; амплитуда выходного сигнала на нагрузке 50 ом  $1,3 \pm 0,2$  в; задержка по входу пропускания  $20 \pm 2$  нсек; задержка по строб-входу  $15 \pm 1$  нсек; чувствительность по входу пропускания  $0,2 \pm 0,03$  в (чувствительность по входу пропускания и параметры выходного сигнала для отдельных схем приведены в приложении 4); чувствительность по строб-входу  $0,3 \pm 0,05$ ; токи потребляемые блоком 2С100: 200 ма при напряжении - 12в; 70 ма при напряжении + 12в.

### 3и. Система питания схем быстрой электроники

Блоки быстрой электроники размещаются в кассетах стандартной стойки "Вишня". Всего в стойке 11 кассет, вентиляционный блок и блок включения и контроля питания.

Девять из 11 кассет стойки обеспечены питанием. Две верхние кассеты использованы под блоки задержек и блоки переходов с кабеля РК-50-7-11 на РК-50-2-13. В качестве источников питания использованы выпускаемые в ОИЯИ блоки БСУ ( $\pm 12$ в, максимальный ток нагрузки 1а) и БС ( $\pm 24$ в, максимальный ток нагрузки 0,5а). 18 блоков БСУ и 6 блоков БС размещены в задней части каждой стойки в объеме, свободном от кассет. Питание каждой кассеты обеспечивается двумя блоками БСУ. Два блока БС питают каждые три кассеты.

На рис. 11 приведена принципиальная схема блока включения и отключения всех источников питания данной стойки. С помощью этого блока осуществляется контроль, измерение, световая индикация исправности блоков питания, а также защита схем быстрой электроники при исчезновении или изменении  $\pm 15\%$  одного из питающих напряжений.

#### 4. Характеристики электронной системы в целом

Полная схема быстрой электронной логики магнитного спектрометра настраивалась и проверялась с помощью одновременных контрольных сигналов, подаваемых на входы всех усилителей и формирователей с частотой повторения 5 кГц. Контрольные импульсы имели треугольную форму,  $\tau_{\phi} \approx 3,5$  нсек и длительность на половине амплитуды  $10 \pm 13$  нсек. Величина контрольных сигналов могла меняться от 20 мВ до 2В. Длины соединительных кабелей, указанные на рис. 2, подобраны таким образом, чтобы обеспечить одновременное с точностью  $\pm 1$  нсек поступление сигналов в следующие точки схемы:

- а) на выходы 1 + 4 размножителей всех запускающих и мюонных (1 + 8) счетчиков;
- б) на все входы схем совпадений **CCL** и **CCR** ;
- в) на входы схемы **CCTR** ;
- г) на входы пропускания всех двойных схем совпадения, используемых для вывода годоскопической информации и на три входа схем 4CC100, используемых для вывода информации мюонных счетчиков;
- д) на строб-входы двойных схем совпадения.

Полная задержка электроники логики запуска (от блока перехода до выхода схемы совпадения **CCTR** при 16 нсек на блоках задержки каждого счетчика) составляет  $\approx 100$  нсек. Задержка строб-сигнала на схеме годоскопического вывода составляет  $\approx 70$  нсек.

##### 4а. Чувствительность установки

Поскольку на электронику логики запуска и на схемы вывода годоскопической информации сигналы подаются с одних и тех же усилительных трактов, чувствительность логики запуска определяется смесителями С100, а чувствительность годоскопических и мюонных каналов входными формирователями схем 2CC100 и 4CC100. Минимальный сигнал на входах усилителей, определяющий чувствительность, составляет:

- а) для логики запуска  $30 \pm 20$  мВ; б) для годоскопических каналов запускающих счетчиков  $25 \pm 10$  мВ; в) для канала мюонной информации  $30 \pm 15$  мВ.

Чувствительность каналов антисовпадений определяется формирователями и составляет  $100 \pm 20$  мв.

#### 4б. Временное разрешение

Разрешение схем совпадения, обеспечивающих логику запуска (схемы **CCL**, **CCR** и **CCTR**) при сигналах на входе усилителей  $\geq 100$  мв, составляет  $18 \pm 2$  нсек. Спады кривых задержанных совпадений 1 нсек.

Кривые задержанных совпадений для схем годоскопической и мюонной информации определяются длительностью строб-импульса, которая на уровне 0,3в составляет  $25 + 30$  нсек. Разрешения для этих схем - 34-40 нсек, центры кривых совпадений, задержанных по каналу строб-импульса, лежат в районе  $32 \pm 1$  нсек<sup>\*</sup>). При входных сигналах  $\approx 50$  мв ширина кривых задержанных совпадений на схемах установки уменьшается на  $2 + 4$  нсек.

Временное разрешение по каналам антисовпадений определяется длительностями соответствующих сигналов и установлено равным  $\approx 45$  нсек в широком диапазоне импульсов на входе формирователя.

#### 4в. Мертвое время установки

Схемы совпадения, использованные в установке, реагируют на перепад напряжения. Поэтому уширение входного импульса предыдущими схемами следует рассматривать как мертвое время. При входных сигналах  $\leq 0,2$ в уширение составляет 10 нсек. Мертвое время установки в случае отбора события, соответствующего по логике распаду  $K^0$ -мезона, равно  $\approx 30$  нсек. В том случае, когда схемы совпадения логики запуска не срабатывают, мертвое время установки составляет 10 нсек для входных сигналов  $\leq 0,2$ в. С увеличением сигнала мертвое время определяется усилителями.

В электронном тракте антисчетчика осуществлено полное покрытие мертвого времени входного формирователя; длительность импульса на выходе формирователя 10 нсек, на входе антисовпадений схемы **CCTR** - 45 нсек. Таким образом, схемное мертвое время тракта отсутствует.

---

<sup>x/</sup> См. приложение 5.

В электронике вето-счетчиков при длительности импульса с формирователей 20 нсек длительность этих сигналов доведена до 43 нсек. Мертвое время трактов этих счетчиков составляет ~20 нсек.

В заключение авторы благодарят В.И. Какурину, А.Н. Морозов, В.И. Мажулина, В.Г. Перевозчикова, А.А. Рюмина, В.В. Степанову, Л.И. Сتمпиньску, В.В. Чермошенцова и Н.И. Чернышева за помощь в изготовлении установки.

#### Литература

1. С.Г. Басиладзе и др. Магнитный искровой спектрометр для исследования  $K_L^0 - K_S^0$ -регенерации при высоких энергиях. Препринт ОИЯИ, Р1-5361, Дубна, 1970.
2. 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  $K^0$ -мезонами в Серпухове. Депонированное сообщение ОИЯИ, Б2-13-4550, Дубна, 1969.
3. В.А. Арефьев, С.Г. Басиладзе, В.Я. Гвоздев, А.Г. Грачев, И.Ф. Колпаков, П.К. Маньяков, Н.М. Никитюк, В.А. Смирнов. Система быстрых электронных блоков для физических экспериментов. Препринт ОИЯИ, 13-5447, Дубна, 1970.

Рукопись поступила в издательский отдел  
2 июля 1971 года.

## Приложение

### Индивидуальные параметры блоков быстрой электроники

В приложении приводятся параметры блоков быстрой электроники, знание которых необходимо для использования описанной установки и контроля ее работоспособности. Измерения коэффициентов передачи и постоянных потенциалов выполнены с точностью  $\pm 2\%$ , временные измерения - с точностью  $\pm 1$  нсек. В таблицах и графиках, приведенных ниже, каждой схеме одного типа присвоено название соответствующего счетчика, обозначающее принадлежность данной схемы к определенному электронному тракту.

Параметры блоков размножителя P100 и смесителя C100 достаточно хорошо стандартизованы и в настоящем приложении не приводятся.

Приложение 1а. Амплитудные характеристики усилителей 2У100 (рис. 1-3). Амплитуды сигналов измерены с точностью  $\pm 5\%$ .

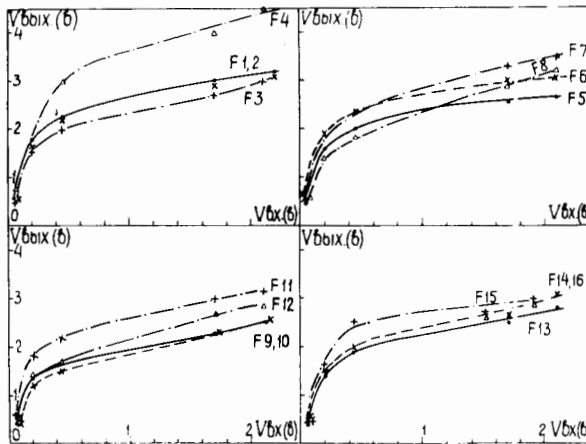


Рис. 1. Амплитудные характеристики усилителей электронных трактов фронтальных счетчиков.

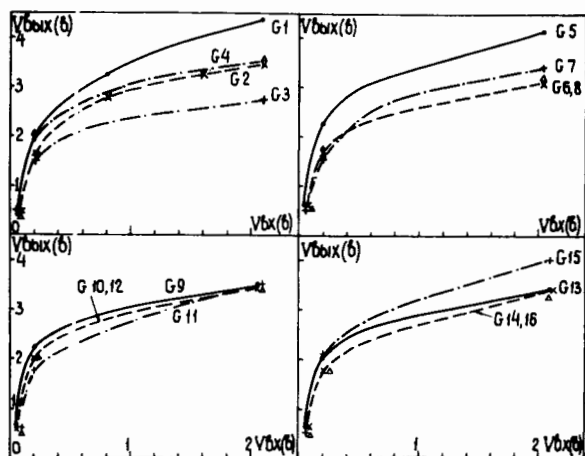


Рис. 2. Амплитудные характеристики усилителей электронных трактов годоскопа.

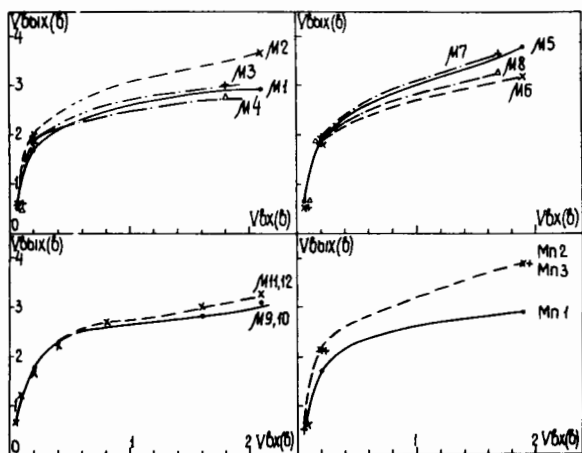


Рис. 3. Амплитудные характеристики усилителей электронных трактов мю-счетчиков и нейтронного монитора.



Приложение 16. 1.2. Величина постоянного потенциала ( $V_{\text{вых}}$ ) на выходе блоков импульсного усилителя 2У100 к/ при выходном сопротивлении предыдущей схемы 50 ом.

Наименование групп счетчиков	Номера счетчиков в группах	Номера блоков 2У100	$V_{\text{вых}}$ (в)	Наименование групп счетчиков	Номера счетчиков в группах	Номера блоков 2У100	$V_{\text{вых}}$ (в)
F	1	II8	-0,145	G	9	II4	-0,705
	2	II8	-0,270		10	II4	-0,525
	3	I21	-0,365		11	III	-0,255
	4	I21	-0,385		12	III	-0,320
	5	I20	-0,120		13	I01	-0,477
	6	I20	-0,310		14	I01	-0,535
	7	II5	-0,140		15	II9	-0,320
	8	II5	-0,790		16	II9	-0,385
	9	I07	-0,195	M	1	II3	-0,125
	10	I07	-0,097		2	II3	-0,285
	11	I08	+0,035		3	II7	-0,500
	12	I08	-0,390		4	II7	-0,740
	13	I22	-0,115		5	II2	-0,500
	14	I22	-0,117		6	II2	-0,660
	15	3	-0,440		7	I05	-0,450
	16	3	-0,345		8	I05	-0,625
G	1	II6	-0,548	9, 10	II0	+0,150	
	2	II6	-0,460	11, 12	II0	-0,560	
	3	I26	-0,128	M <sub>n</sub>	1	I04	-0,720
	4	I26	-0,238		2	I04	-0,560
	5	I03	-0,540		3	I06	-0,050
	6	I03	-0,545				
	7	I23	-0,240				
	8	I23	-0,160				

х/ Стабильность коэффициента усиления может контролироваться по величине постоянного потенциала на выходе схемы 2У100. Допустимое изменение выходного потенциала  $\pm 100$  мв.

Приложение 2. Коэффициент передачи ( K ) и величина постоянного потенциала (  $V_{\text{вых}}$  ) на выходе размножителей 8P100 на нагрузке 50 ом.

Назначение	Номер блока	Номер выхода	K	$V_{\text{вых}}$ (мВ)	Назначение	Номер блока	Номер выхода	K	$V_{\text{вых}}$ (мВ)
F1	II6	1	I, I	10	G 5	II3	1	I, 07	40
F2	II6	2	I, 0	15	G 6	II3	2	I, 0	70
F3	II6	3	I, 05	10	G 7	II3	3	I, 05	20
F4	II6	4	I, 07	70	G 8	II3	4	I, 03	10
F9	II6	5	I, 07	30	G 13	II3	5	I, 08	20
FI0	II6	6	I, 13	30	G 14	II3	6	I, 12	35
FI1	II6	7	I, 07	10	G 15	II3	7	I, 0	30
FI2	II6	8	I, 13	10	G 16	II3	8	I, 03	50
F5	II5	1	I, 0	5	M1	I06	1	I, 0	31
F6	II5	2	I, 07	15	M2	I06	2	I, 1	63
F7	II5	3	I, 03	11	M3	I06	3	I, 2	33
F8	II5	4	I, 2	10	M4	I06	4	I, 2	40
FI3	II5	5	I, 23	5	M5	I06	5	I, 2	79
FI4	II5	6	I, 08	5	M6	I06	6	I, 03	20
FI5	II5	7	I, 13	30	M7	I06	7	I, 2	76
FI6	II5	8	I, 13	30	M8	I06	8	I, 1	67
G 1	II4	1	I, 0	70	разм. строба	I05	1	0,95	15
G 2	II4	2	I, 12	40		I05	2	I, 05	77
G 3	II4	3	I, 08	50		I05	3	0,95	63
G 4	II4	4	I, 13	90		I05	4	I, 2	21
G 9	II4	5	I, 17	60		I05	5	I, 0	12
G 10	II4	6	I, 17	40		I05	6	I, 0	72
G 11	II4	7	I, 23	20		I05	7	I, 15	72
G 12	II4	8	I, 23	30		I05	8	I, 0	53

Приложение 3. Параметры схем совпадения 4СС100: чувствительность ( $V_{\text{мин. вх.}}$ ), величина выходного сигнала ( $V_{\text{вых}}$ ) на нагрузке 50 ом, длительность выходного сигнала на уровне 0,5  $V_{\text{вых}}$ . ( $t_{\text{вых}}$ ), временное разрешение ( $\Delta t$ ) схемы при подаче сигналов на 1-й вход и на 2+4-й поочередно.

Наз- наче- ние	№ бло- ков	$V_{\text{мин. вх.}}$ (В)					$\Delta t$ (нсек)			$V_{\text{вых}}$ (В)	$t_{\text{вых}}$ (нсек)
		ВХОДЫ				Ac	ВХОДЫ				
		1	2	3	4		1+2	2+3	2+4		
$M_1$	I4I	0,22	0,27	0,22	0,23	0,30	29	20	19	3,0	9
$M_2$	I27	0,20	0,19	0,19	0,19	0,30	3I	23	2I	2,5	8,5
$M_3$	II9	0,20	0,20	0,20	0,20	0,45	34	24	24	2,7	9
$M_4$	I42	0,20	0,19	0,19	0,2I	0,38	33	23	22	2,9	8
$M_5$	I05	0,2I	0,19	0,2I	0,20	0,3	27	20	19	2,5	12,5
$M_6$	I07	0,18	0,18	0,2I	0,2I	0,45	3I	2I	2I	2,5	8
$M_7$	I24	0,20	0,20	0,18	0,20	0,38	30	2I	22	2,3	8,5
$M_8$	I30	0,2I	0,20	0,2I	0,2I	0,45	30	19	19	2,9	9
ССL	II5	0,18	0,20	0,20	0,20	0,28	18	18	19	2,0	9
ССR	I25	0,18	0,18	0,18	0,20	0,3I	18	18	19	2,6	II
ССTR	II4	0,18	0,18	0,22	0,18	0,3I	2I	20	19	1,4	I7
										1,8	18,5
$M_n$	I09	0,20	0,18	0,20	0,20	0,35	20	19	19	2,2	12
$M_{I-3}$	I26	0,20	0,20	0,18	0,18	0,35	20	19	20	2,3	13

Приложение 3. Параметры схем совпадения 4СС100: чувствительность ( $V_{\text{мин. вх.}}$ ), величина выходного сигнала ( $V_{\text{вых}}$ ) на нагрузке 50 ом, длительность выходного сигнала на уровне 0,5  $V_{\text{вых}}$  ( $t_{\text{вых}}$ ), временное разрешение ( $\Delta t$ ) схемы при подаче сигналов на 1-й вход и на 2-4-й поочередно.

Наз- наче- ние	№ бло- ков	$V_{\text{мин. вх.}}$ (В)					$\Delta t$ (нсек)			$V_{\text{вых}}$ (В)	$t_{\text{вых}}$ (нсек)
		ВХОДЫ					ВХОДЫ				
		1	2	3	4	Ас	1+2	2+3	2+4		
М1	И41	0,22	0,27	0,22	0,23	0,30	29	20	19	3,0	9
М2	И27	0,20	0,19	0,19	0,19	0,30	31	23	21	2,5	8,5
М3	И19	0,20	0,20	0,20	0,20	0,45	34	24	24	2,7	9
М4	И42	0,20	0,19	0,19	0,21	0,38	33	23	22	2,9	8
М5	И05	0,21	0,19	0,21	0,20	0,3	27	20	19	2,5	12,5
М6	И07	0,18	0,18	0,21	0,21	0,45	31	21	21	2,5	8
М7	И24	0,20	0,20	0,18	0,20	0,38	30	21	22	2,3	8,5
М8	И30	0,21	0,20	0,21	0,21	0,45	30	19	19	2,9	9
ССЛ	И15	0,18	0,20	0,20	0,20	0,28	18	18	19	2,0	9
ССР	И25	0,18	0,18	0,18	0,20	0,31	18	18	19	2,6	11
ССР	И14	0,18	0,18	0,22	0,18	0,31	21	20	19	1,4	17
Мн	И09	0,20	0,18	0,20	0,20	0,35	20	19	19	1,8	18,5
М <sub>Т-3</sub>	И26	0,20	0,20	0,18	0,18	0,35	20	19	20	2,2	12
										2,3	13

Приложение 4. Чувствительность по входу пропускания ( $V_{\text{мин. вх}}$ ), величина выходного сигнала ( $V_{\text{вых}}$ ) на нагрузке 50 ом и длительность ( $t_{\text{вых}}$ ) выходного сигнала на уровне 0,5  $t_{\text{вых}}$  схем совпадения 2СС100.

Назначение схемы		№ блоке.	$V_{\text{мин. вх}}$ (в)	$V_{\text{вых}}$ (в)	$t_{\text{вых}}$ (нсек)	Назначе- ние схе- мы		№ бло- ка	$V_{\text{мин. вх}}$ (в)	$V_{\text{вых}}$ (в)	$t_{\text{нсек}}$
группа счет- чиков	№ счет.					группа счет.	№ счет.				
F	1	I03	0,22	1,30	I3	G	1	II6	0,20	1,25	II
	2	I03	0,22	1,30	I4		2	II6	0,20	1,30	II
	3	I08	0,20	1,10	I4		3	IOI	0,20	1,50	II
	4	I08	0,22	1,30	I3		4	IOI	0,20	1,25	II
	5	II5	0,20	1,30	IO		5	II2	0,20	1,15	IO
	6	II5	0,22	1,30	I2		6	III	0,20	1,30	II
	7	II0	0,20	1,30	IO		7	IO9	0,20	1,50	I3
	8	II0	0,20	1,30	IO		8	IO9	0,20	1,25	II
	9	I04	0,22	1,60	II		9	IO2	0,20	1,20	IO
	10	I04	0,22	1,30	IO		10	IO2	0,20	1,40	II
	11	I06	0,20	1,40	IO		11	34	0,22	1,40	I2
	12	I06	0,20	1,40	IO		12	34	0,22	1,20	II
	13	I07	0,22	1,50	II		13	II4	0,19	1,45	II
	14	I07	0,22	1,35	II		14	II4	0,19	1,25	IO
	15	II3	0,20	1,40	I2		15	II2	0,20	1,30	I2
	16	II3	0,20	1,45	I2		16	III	0,22	1,35	II

Приложение 5. Ширина ( $\Delta t$ ) и положение центра ( $t_c$ ) кривой задержанных совпадений схем вывода годоскопической (2СС100) и мюонной (4СС100) информации, полученные при изменении задержки строб-импульса; величина сигнала на входах усилителей 1Е0 мв.

Назначение схемы	№ блока	$\Delta t$ (нсек)	$t_c$ (нсек)	Назначение схемы	№ блока	$\Delta t$ (нсек)	$t_c$ (нсек)
F 1	IO3	36	40	G 5	II2	36	32
F 2	IO3	36	39	G 6	III	36	32
F 3	IO8	36	38	G 7	IO9	34	3I
F 4	IO8	37	40	G 8	IO9	35	3I
F 5	II5	38	38	G 9	IO2	36	33
F 6	II5	36	39	G IO	IO2	38	33
F 7	II0	35	38	G II	34	35	3I
F 8	II0	36	40	G I2	34	34	3I
F 9	IO4	39	32	G I3	II4	39	32
F IO	IO4	37	32	G I4	II4	37	32
F II	IO6	39	32	G I5	II2	37	32
F I2	IO6	40	32	G I6	III	36	32
F I3	IO7	36	3I	M I	I4I	3I	3I
F I4	IO7	36	32	M 2	I27	34	32
F I5	II3	35	3I	M 3	II9	34	3I
F I6	II3	38	3I	M 4	I42	35	3I
G I	II6	36	33	M 5	IO5	29	33
G 2	II6	37	33	M 6	IO7	33	33
G 3	IOI	34	3I	M 7	I24	3I	32
G 4	IOI	36	3I	M 8	I30	29	3I

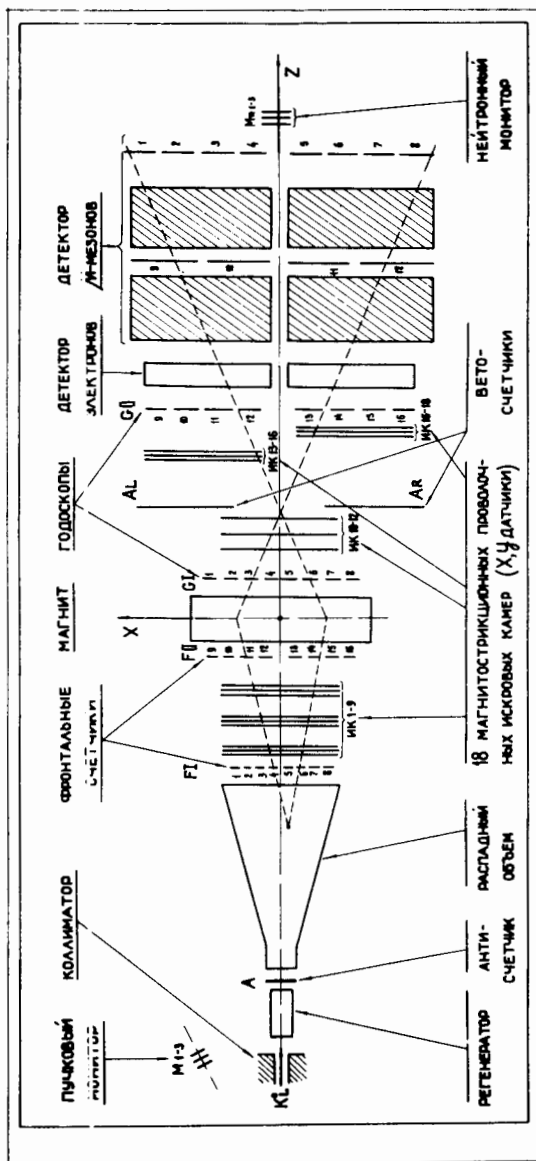


Рис. 1. Схема магнитного спектрометра.





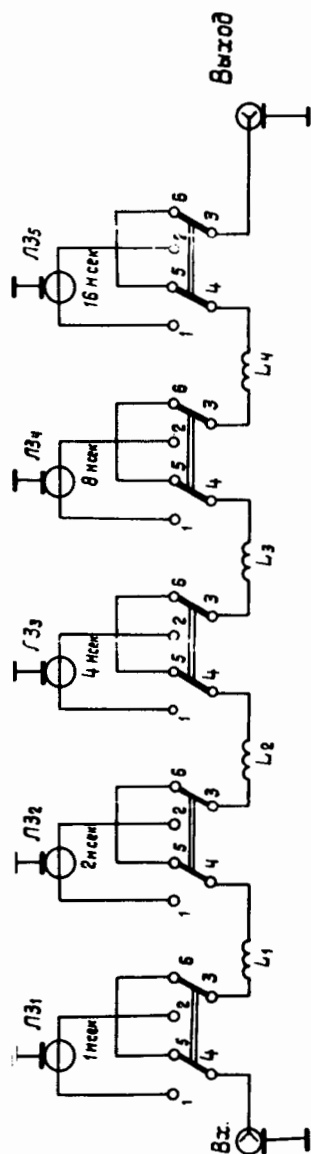


Рис. 3. Принципиальная схема блока задержки БЗ-100.



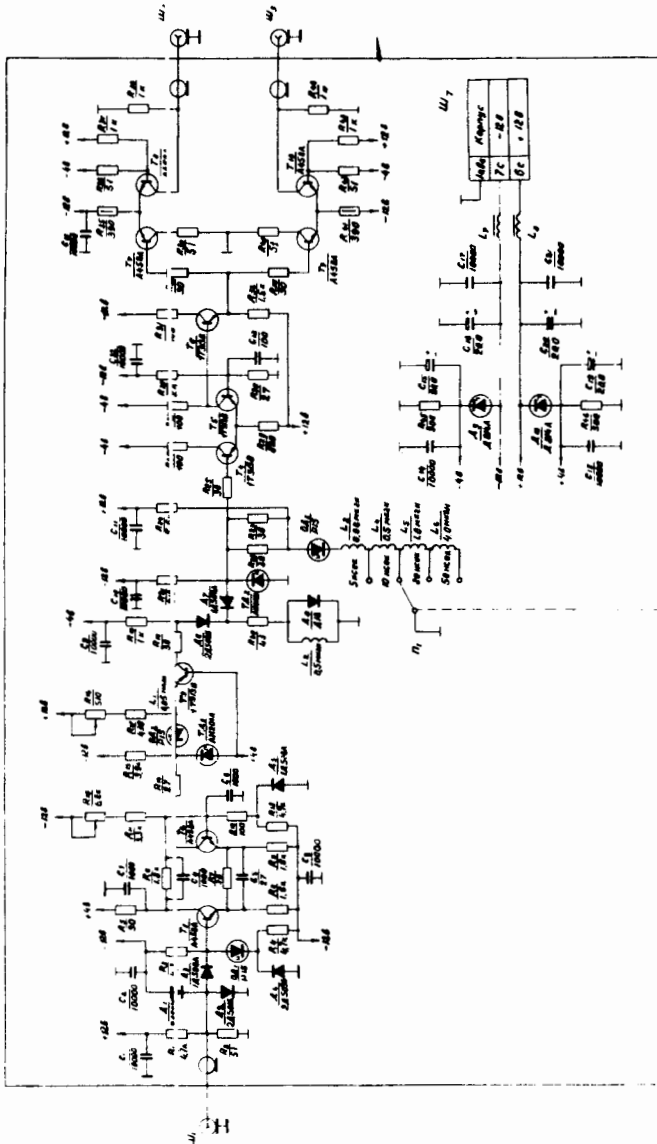


Рис. 5. Принципиальная схема формирователя 2Ф100.

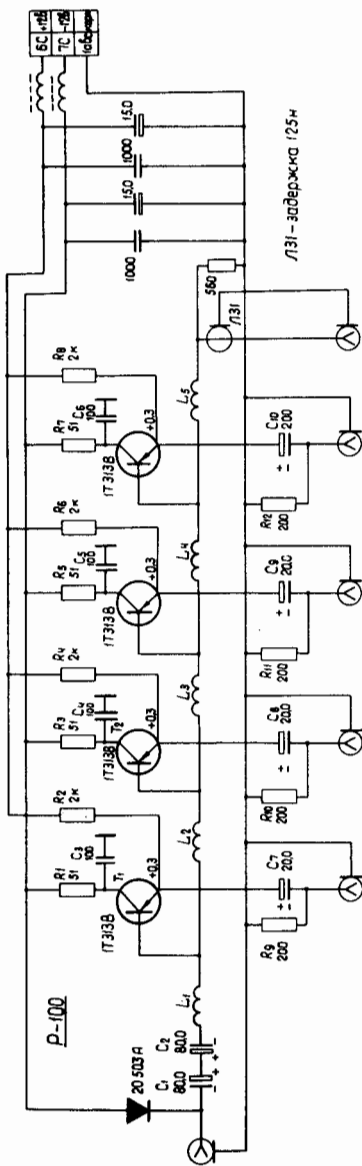


Рис. 6. Принципиальная схема размножителя Р100.

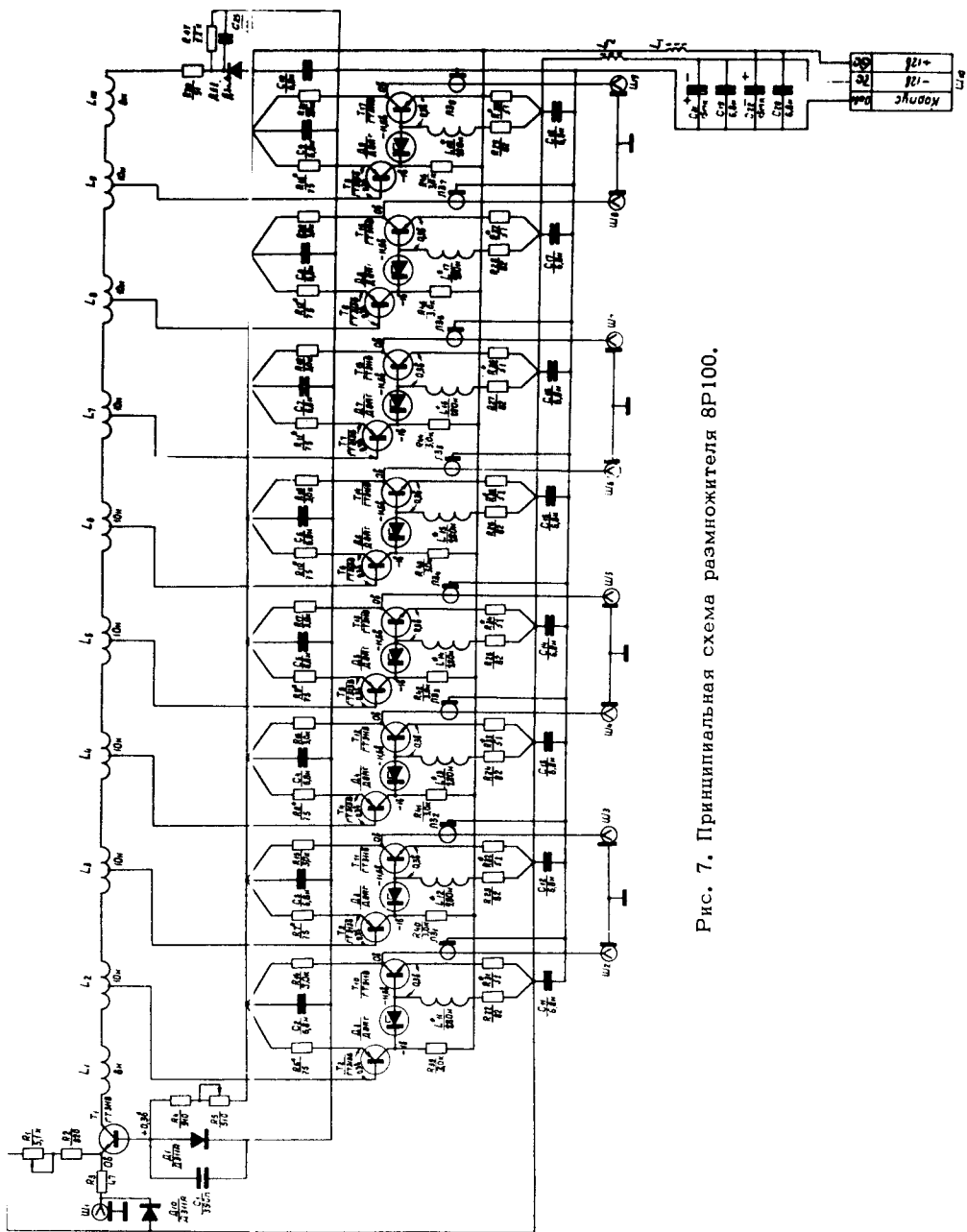


Рис. 7. Принципиальная схема размножителя 8P100.

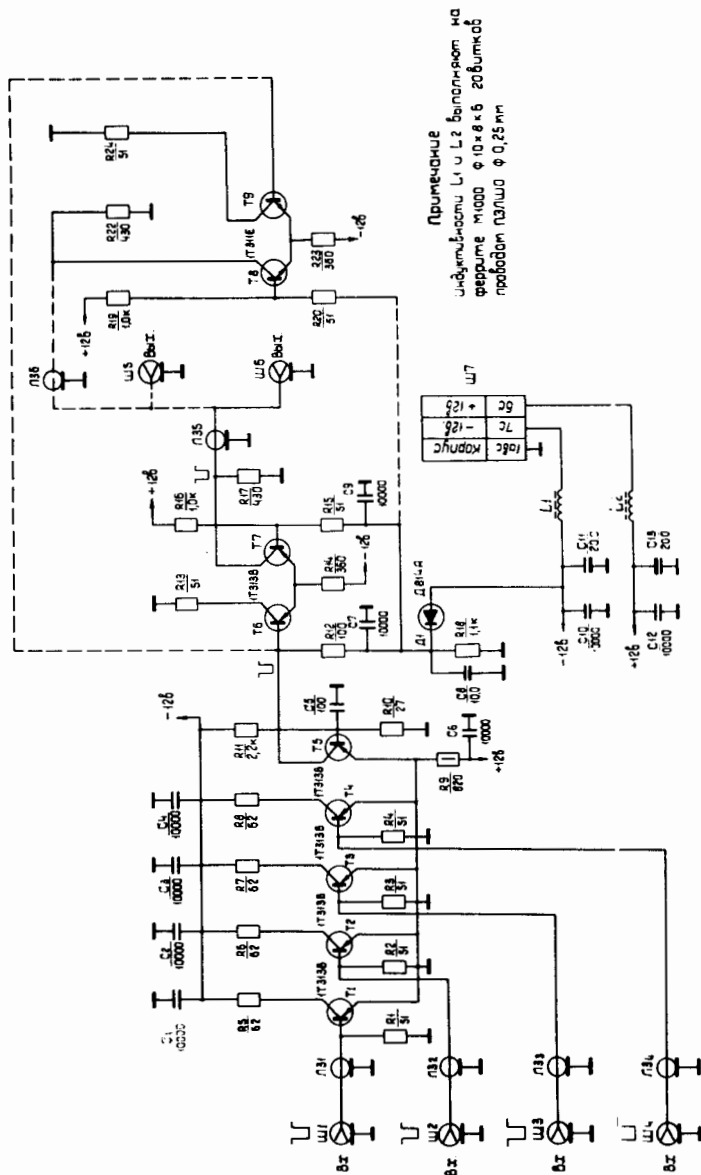


Рис. 8. Принципиальная схема смесителя С100.

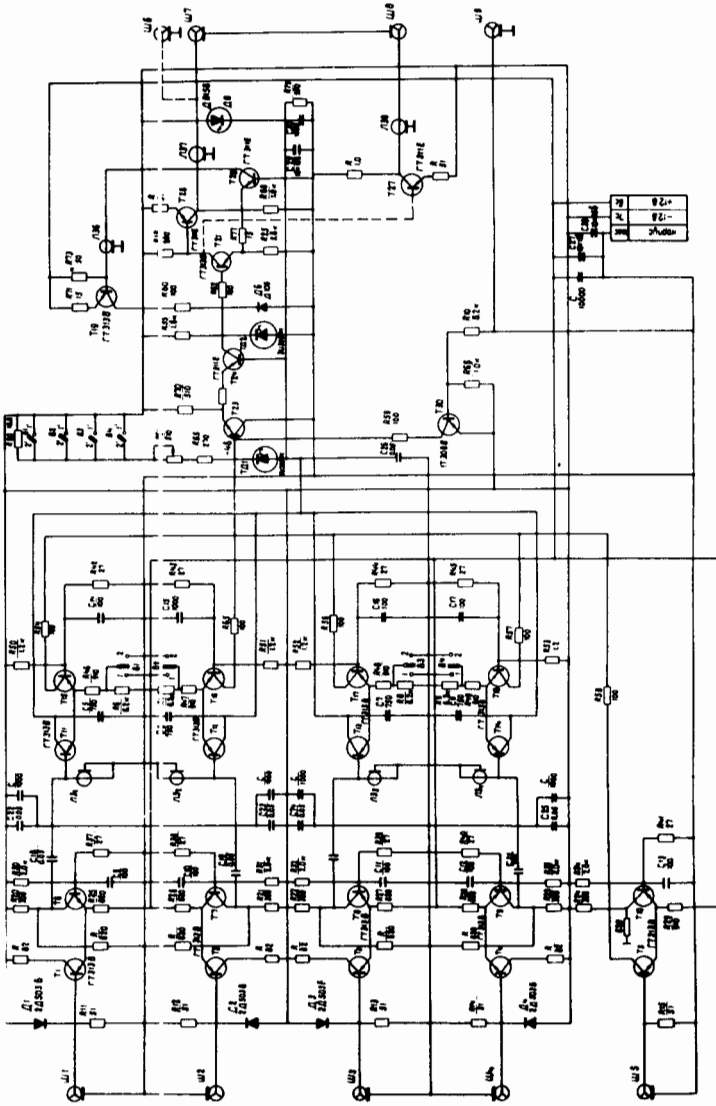


Рис. 9. Принципиальная схема четырехфазной схемы совпадений 4СС100.





