

16/21-70

3-276

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

13 - 5323



Ю.В. Заневский, В.Д. Пешехонов, Е.А. Силаев

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

СИСТЕМА СЪЕМА
И ЗАПОМИНАНИЯ ИНФОРМАЦИИ
ДЛЯ МАГНИТОСТРИКЦИОННЫХ ПРОВОЛОЧНЫХ
ИСКРОВЫХ КАМЕР

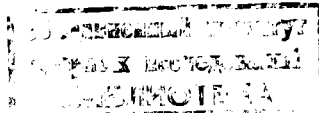
1970

13 - 5323

Ю.В. Заневский, В.Д. Пешехонов, Е.А. Силаев

**СИСТЕМА СЪЕМА
И ЗАПОМИНАНИЯ ИНФОРМАЦИИ
ДЛЯ МАГНИТОСТРИКЦИОННЫХ ПРОВОЛОЧНЫХ
ИСКРОВЫХ КАМЕР**

Направлено в ПТЭ



8543/2 49.

1. Введение

В физических экспериментах с использованием магнитострикционных искровых камер организация регистрирующей аппаратуры определяется главным образом объемом искровой информации. В связи с этим регистрирующая аппаратура может быть построена по принципам, изложенным в работе /1/.

Для эксперимента по изучению регенерации K^0 -мезонов была разработана регистрирующая аппаратура параллельно-последовательного типа, которая предназначалась для регистрации информации с 18 магнитострикционных искровых камер, работающих в условиях высокоинтенсивного фона заряженных частиц (до $5 \times 10^6 \frac{1}{\text{сек}}$).

В данной работе описана система съема и динамического запоминания информации, используемая в этом эксперименте.

2. Описание системы

Система съема и динамического запоминания информации, функциональная схема которой приведена на рис. 1, включает следующие элементы:

- 1) предусилители, установленные на камерах;
- 2) усилители-дискриминаторы;
- 3) линии задержки;
- 4) управляющую логику.

Система используется для съема и динамического запоминания информации с 46 датчиков искровых камер (36 основных и 10 дополнительных). Общие принципы обработки магнитострикционных сигналов, применяемые нами при создании этой аппаратуры, описаны в /2/.

2.1. Предусилитель

Электрическая схема предусилителя ПМС-2 приведена на рис. 2.

Сигналы с приемной катушки, имеющей 50 витков провода ПЭЛ 0,05 и установленной на поляризованном постоянном магнитом участке магнитострикционной ленты, поступают на разделительно-согласующий трансформатор. Это позволяет применить маловитковую катушку, что улучшает координатное разрешение и изолирует от "земли" приемную катушку, установленную на высоковольтном электроде искровой камеры.

Трансформатор выполнен на ферритовом кольце с $\mu_0 = 600$ и размерами $8/3, 5/2$ мм и имеет обмотки: первичную - 6 витков и вторичную - 70 витков провода ПЭЛШО 0,1.

Со вторичной обмотки трансформатора сигнал поступает на вход двухкаскадного усилителя напряжения, выполненного на основе линейной интегральной микросхемы. В схеме действуют последовательная отрицательная обратная связь ОС по току в первом и параллельная отрицательная ОС по напряжению во втором каскадах. Схема также охвачена общей параллельной ОС по постоянному току, глубина которой значительно увеличена включением вторичной обмотки трансформатора между базой первого и эмиттером второго транзисторов микросхемы.

С выхода ПМС-2 сигнал поступает на 50-омный согласованный коаксиальный кабель и направляется в усилитель-дискриминатор УМД. По этому же кабелю из УМД на предусилитель подается питание.

Конструктивно ПМС-2 выполнен на печатной плате, помещен в дюралевый корпус и устанавливается на магнитоотрицательном узле искровой камеры.

Параметры ПМС-2:

1. Коэффициент усиления (по входной ЭДС, на нагрузке 50 ом) - не менее 40.
2. Верхняя граничная частота - не менее 2 Мгц.
3. Полярность входного сигнала - любая.
4. Полярность выходного сигнала - совпадает с входной.
5. Питание - от усилителя-дискриминатора УМД; потребление 3 ма

2.2. Усилитель-дискриминатор

Принципиальная схема усилителя - дискриминатора УМД приведена на рис. 3 и представляет собой реализацию блок-схемы, описанной в ^{1/2/}.

Сигнал от предусилителя с отрицательной полярностью "рабочей" части импульса поступает во входную цепь УМД, предназначенную для согласования с сигнальным кабелем (R_1 , R_3 , R_4), регулировки чувствительности (R_5) и формирования тока питания предусилителя ПМС-2 (R_2). Далее сигнал поступает на усилитель напряжения, выполненный на транзисторах T_1 , T_2 , T_3 , который усиливает "рабочую" часть импульса и подавляет "холостую". Это осуществляется с помощью общей нелинейной последовательной отрицательной ОС по напряжению. Такое решение схемы позволяет отказаться от отдельного ограничителя, что увеличивает амплитудный диапазон устройства и позволяет подключить дифференцирующую цепь RC непосредственно после усилителя.

Основное требование к такому усилителю – обеспечение необходимой степени подавления "холостой" полярности импульса, чтобы при максимальной величине входных сигналов не было двукратных срабатываний дискриминатора. Условие отсутствия срабатывания дискриминатора от "холостой" части импульса:

$$(V_{\text{ВЫХ.Х.}})_{\text{max}} < V'_n .$$

Здесь $(V_{\text{ВЫХ.Х.}})_{\text{max}}$ – максимальная амплитуда "холостой" части импульса на выходе усилителя; V'_n – приведенный к выходу усилителя порог срабатывания дискриминатора.

Проведя несложные преобразования, можно получить требование к отношению коэффициентов передач "холостой" и "рабочей" части импульса:

$$\frac{K_x}{K_p} < \frac{1}{D_m} ,$$

где D – заданный амплитудный диапазон входных сигналов, m – отношение амплитуд "холостой" и "рабочей" части магнитострикционного сигнала.

Учитывая, что для усилителя с глубокой отрицательной связью

$$\frac{K_x}{K_p} \approx \frac{\gamma_p}{\gamma_x} = \frac{R_6 (R_{11} // R_{12} + R_6)}{(R_{12} + R_6) R_6} \approx \frac{R_{11}}{R_{12}} ,$$

а также считая для нашего случая $m = 0,5$; $D = 40$, получим условие отсутствия двукратного срабатывания дискриминатора:

$$\frac{R_{11}}{R_{12}} < \frac{1}{40 \cdot 0,5} = 0,05 .$$

Минимальное значение R_{11} выбирается из условия устойчивости усилителя.

Дифференцирующая цепь $C_7 R_{15} // R_{14}$ служит для формирования биполярного импульса, который пересекает нулевую линию в точке, привязанной к середине входного магнестрикционного импульса. Кроме того, эта цепь осуществляет гальваническую развязку усилителя от цепей дискриминатора. Благодаря ее малой постоянной времени, происходит быстрое восстановление порога дискриминатора после амплитудной перегрузки.

Основное назначение усилителя - ограничителя на транзисторе T_4 - компенсация ослабления, вносимого дифференцирующей цепью. Этот усилитель гальванически связан с дискриминатором (транзисторы T_5, T_6). Изменением тока покоя T_4 (резистор R_{18}) осуществляется подстройка уровней дискриминатора.

Двухпороговый дискриминатор пересечения нуля выполнен на базе триггера Шмитта. В ждущем режиме T_5 находится в линейной области, а T_6 - отсечен. Входной биполярный импульс сначала производит "взведение" триггера (T_5 отсекается, T_6 переходит в линейную область), а затем обратное переключение ("срабатывание"). При этом режим триггера выбран так, что "срабатывание" происходит в момент пересечения биполярным импульсом нуля. Тогда задний фронт импульса дискриминатора, снимаемого с коллектора T_6 , будет привязан по времени к середине магнестрикционного импульса.

Вторая дифференцирующая цепь $C_7 R_{15}$ выделяет импульс, соответствующий заднему фронту импульса дискриминатора. Формирователь на транзисторе T_7 выполняет роль усилителя-расширителя этого импульса.

Расширение производится за счет времени рассасывания неосновных носителей из базы при выключении транзистора из насыщенного состояния. При этом транзистор ГТ313А обеспечивает хорошую воспроизводимость ширины выходного импульса. Нормально закрытый эмиттерный

повторитель на транзисторе T_8 выполняет роль буферного каскада.

Усилитель-дискриминатор смонтирован на шасси ШБ-120x40. На передней панели находятся розетки "Вход", "Контроль" и выведена ось потенциометра регулировки чувствительности. Потенциометр подстройки дискриминатора находится на печатной плате.

Параметры УМД

1. Входной сигнал - магнитострикционный импульс с двойным пересечением нуля и отрицательной "рабочей" частью.

2. Минимальный порог дискриминатора, приведенный ко входу - не более 1 мв.

3. Амплитудный диапазон - 40.

4. Входное сопротивление - 50 ом.

5. Выходной импульс:

амплитуда	- 3 в,
длительность	- 300 нсек,
полярность	- положительная.

6. Питание: + 12в, 12 ма,

+ 3в, 8 ма,

- 12в, 10 ма.

7. Монтаж - печатный, односторонний.

8. Размер монтажной

платы - 205x95 мм².

3. Магнитострикционная линия задержки

1. Электрическая схема магнитострикционной линии задержки МЛЗ показана на рис. 4.

При наличии на входе "Строб" положительного потенциала сигналы с соответствующего усилителя ("Вход 1"), либо сигналы с последующей линии задержки ("Вход 2") поступают на интегральную микросхему "И-НЕ-ИЛИ" и далее усиливаются транзистором T_1 . Токовый импульс, сформированный по длительности $R-L$ цепочкой, проходя по катушке возбуждения K_1 , инициирует звуковую волну в магнитострикционной линии МЛ, являющейся задерживающим элементом.

Магнитострикционный сигнал отрицательной полярности через время $t = \frac{\ell}{V}$, где ℓ - длина МЛ, V - скорость распространения звуковой волны, с приемной катушки K_2 поступает на вход двухкаскадного усилителя напряжения, выполненного на основе линейной интегральной микросхемы с коэффициентом усиления 500. Транзистор T_2 формирует сигнал по амплитуде. На выходе схемы используется эмиттерный повторитель на транзисторе T_3 .

2. Прохождение звуковой волны по изогнутой магнитострикционной линии приводит к искажению магнитострикционного сигнала в той или иной степени в зависимости от радиуса кривизны $R_{кр.}$ и рабочей длины линии ℓ , что может существенно влиять на частотные свойства МЛЗ.

На рис. 5 показаны сигналы с Fe-Co проволоки ϕ 0,2 мм:

- а) $\ell = 2$ м, $R_{кр.} = \infty$,
- б) $\ell = 0,7$ м, $R_{кр.} = 37$ мм,
- с) $\ell = 1,4$ м, $R_{кр.} = 37$ мм.

В качестве МЛ мы используем полукотуженную проволоку из материала К-50 ϕ 0,1 мм, обладающую лучшими частотными свойствами^{/3/}.

Скорость распространения звуковой волны в данном материале $V \approx 0,5 \frac{\text{см}}{\text{мксек}}$, рабочая длина МЛ $\ell = 1,7$ м, что соответствует задержке $T_{зад.} = 340$ мксек.

3. Магнитострикционная линия задержки смонтирована на печатной плате размером 174×195 мм². МЛ скручена в кольцо с $R = 60$ мм и по-

мешена в стальную цилиндрическую коробку, предохраняющую линию от воздействия внешнего магнитного поля. Там же находятся катушки K_1 и K_2 , поляризующий магнит, демпфера. Катушки длиной $l \leq 1$ мм намотаны проводом 30 мк, K_1 имеет 70 витков, K_2 - 150 витков.

На шасси ШБ-1-200-80 монтируются две МЛЗ. Общий вид двойного блока МЛЗ показан на рис. 6. По внутренней разводке стойки выходной сигнал усилителя УМД подается на нечетный вход соответствующей МЛЗ; выходной сигнал последующей МЛЗ по разводке "корзины", содержащей 6 двойных блоков МЛЗ, подается на четный вход предыдущей ячейки. Входы "Строб" внутри "корзины" соединены по внутренней разводке. На передней панели двойного блока МЛЗ находятся розетки "Вход 1+4", "Строб", "Выход 1+2", являющиеся контрольными и дающие возможность дальнейшего последовательного соединения МЛЗ.

Основные параметры МЛЗ

- | | |
|--|---|
| 1. Входной сигнал - | $U_{\text{вх}} \geq + 2\text{в}; r_u \geq 200\text{нсек.}$ |
| 2. Выходной сигнал (рис. 7) - | $U_{\text{вых}} \approx + 3\text{в}; r_u \approx 400\text{нсек.}$ |
| 3. Задержка, фиксированная в каждой линии - | $\approx (340 \pm 0,5)\text{мксек.}$ |
| 4. Разрешение канала из 12 последовательно включенных МЛЗ - | $\approx 1 \text{ мксек.}$ |
| 5. Ошибка, набегающая при десятикратном прохождении сигналов по кольцу из 12 МЛЗ - | $\leq 50 \text{ нсек.}$ |
| 6. Питание - | + 12в; 10 ма,
+ 6 в; 6 ма.
+ 4 в; 0,
- 9 в; 0. |

4. Конструктивное исполнение системы

Предусилители расположены на узлах съема информации, которые крепятся на искровых камерах.

Усилители – дискриминаторы, линии задержки и управляющая логика размещены в одной стойке, эскиз которой показан на рис. 8.

Линии задержки и усилители-дискриминаторы объединены в 4 независимых канала, число которых может меняться с помощью разъемов передней панели стойки.

В эксперименте система объединена в 2 канала – 24 и 22 линии задержки и усилителей.

На рис. 9 показана последовательность информации, поступающей по двум каналам с выхода системы на вход регистрирующей аппаратуры.

Достоинство такой организации системы – возможность запоминания любого объема искровой информации, поступающей с камер.

Недостаток – сравнительно большое время, необходимое для регистрации информации. В данном случае это составляет 8 мсек ($340 \text{ мсек} \times 24$).

5. Заключение

Авторы выражают благодарность за проделанную работу по изготовлению системы коллективу Центральных экспериментальных мастерских ОИЯИ и конструкторскому бюро ЛВЭ; В.А. Белякову, Ю.И. Краснову и А.И. Широкову за помощь при сборке аппаратуры; Т.С. Григалашвили за помощь в процессе наладки аппаратуры.

Л и т е р а т у р а

1. И.А. Голутвин, Ю.В. Заневский. Препринт ОИЯИ, 10-4229, Дубна, 1968.
2. И.А. Голутвин, Ю.В. Заневский, Е.А. Силаев, Д.А. Смолин. Материалы совещания по бесфильмовым искровым и стримерным камерам, Дубна, 1969, стр. 221-226.
3. Т.В. Беспалова, И.А. Голутвин, Ю.В. Заневский. Препринт ОИЯИ, 13-3656, Дубна, 1968.
4. Т.С. Григалашвили, Ю.В. Заневский, В.Д. Пешехонов, Е.А. Силаев. Препринт ОИЯИ, 13-5273, Дубна, 1970.
5. F. Bradamante, F. Sauli. CERN, ND, 67-9 (1967).

Рукопись поступила в издательский отдел
17 августа 1970 года.

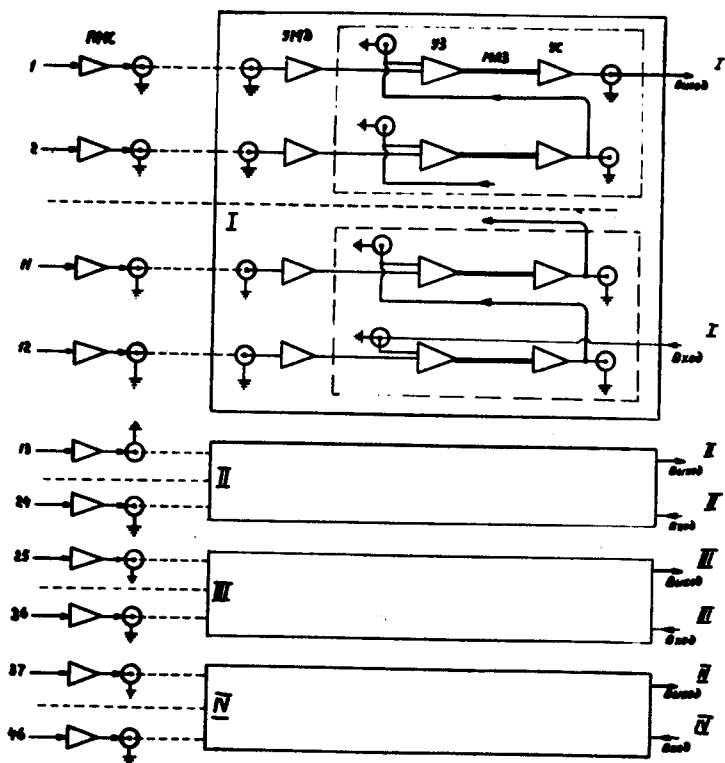


Рис. 1. Функциональная схема системы съема и запоминания информации. ПМС - предусилитель, УМД - усилитель-дискриминатор, УЗ - усилитель записи, МЛЗ - магнестрикционная линия, УС - усилитель считывания. Управляющая логика на схеме не показана.

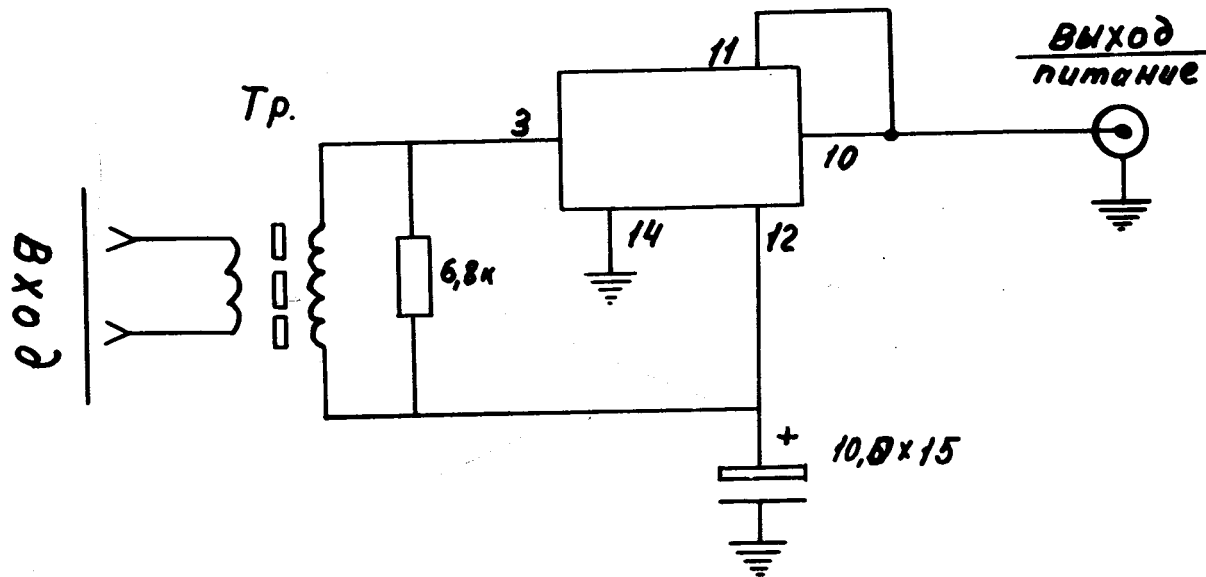


Рис. 2. Электрическая схема предусилителя.

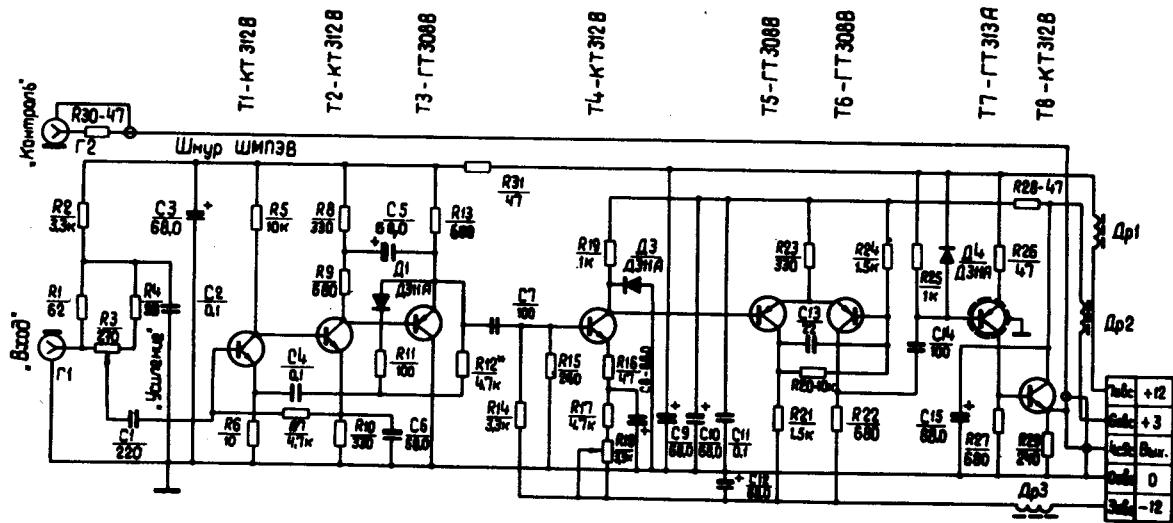


Рис. 3. Принципиальная схема усилителя-дискриминатора УМД.

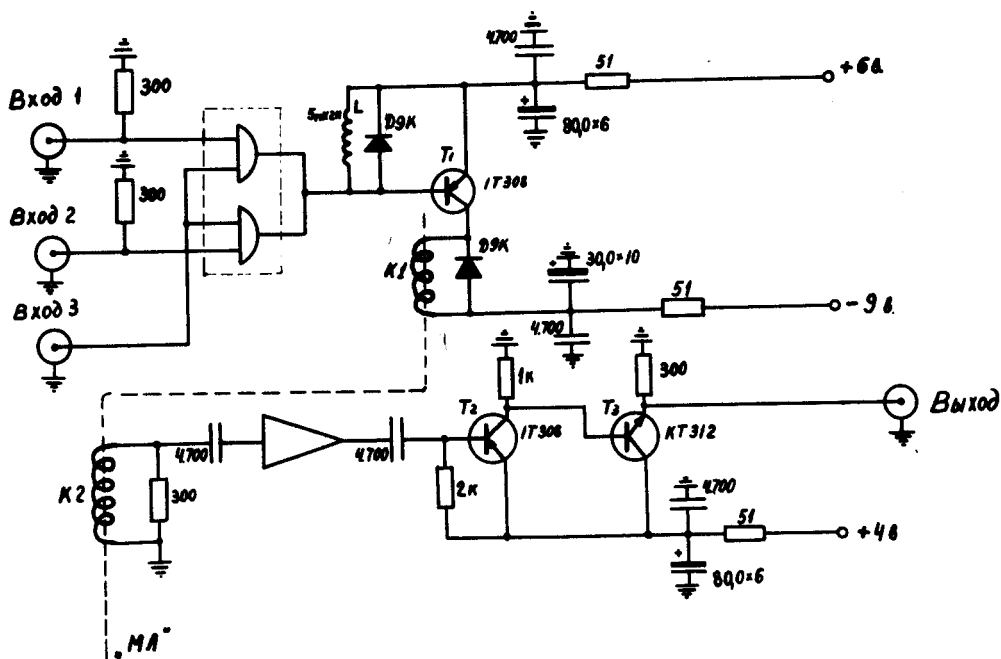


Рис. 4. Электрическая схема магнитострикционной линии задержки.

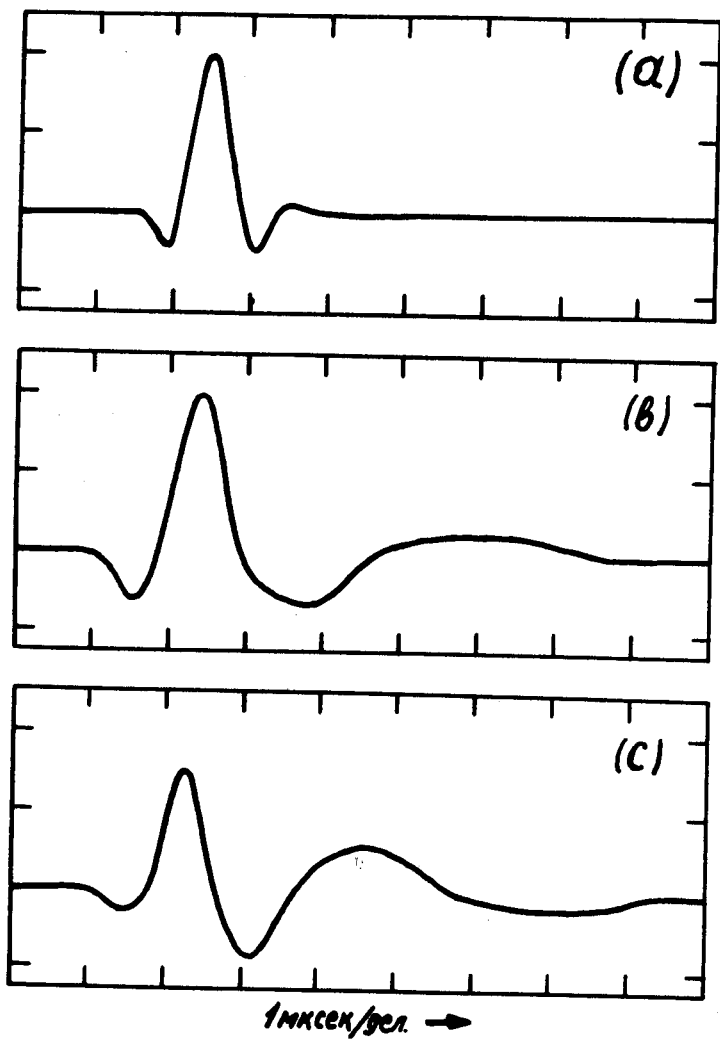


Рис. 5. Сигналы с Fe-Co проволоки σ 0,2 мм ;
 а) $l = 2$ м; $R_{кр.} = \infty$;
 б) $l = 0,7$ м; $R_{кр.} = 37$ мм;
 в) $l = 1,4$ м; $R_{кр.} = 37$ мм.

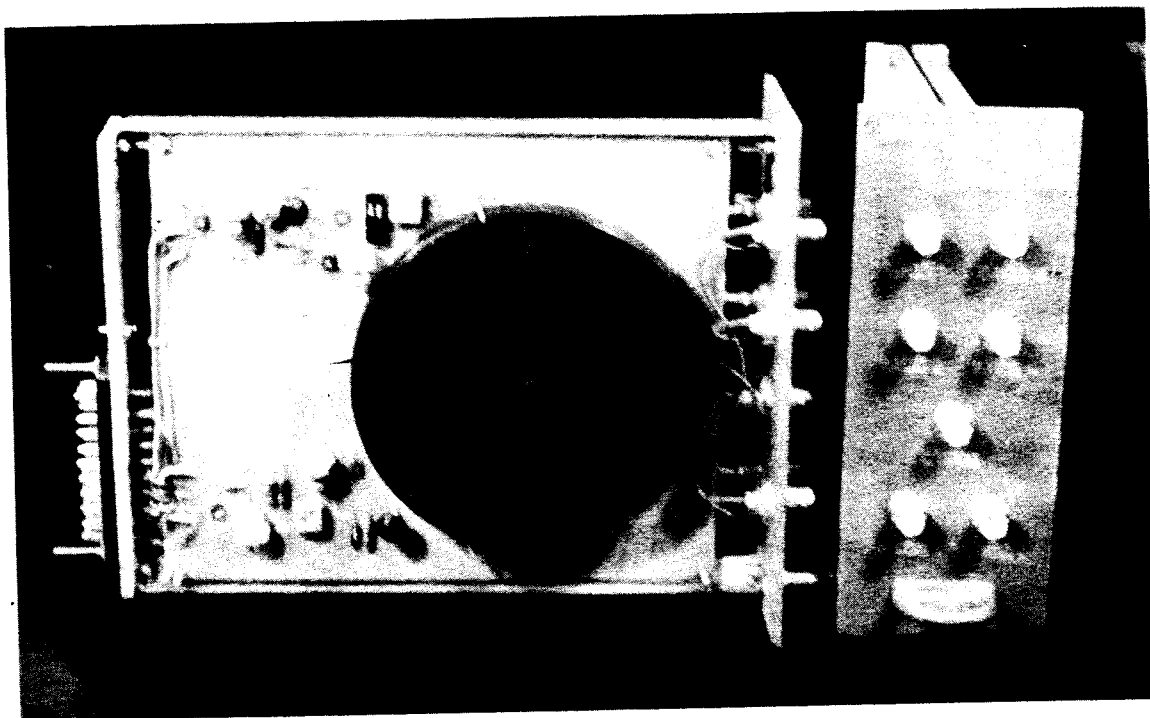


Рис. 6. Общий вид двойного блока МЛЗ.

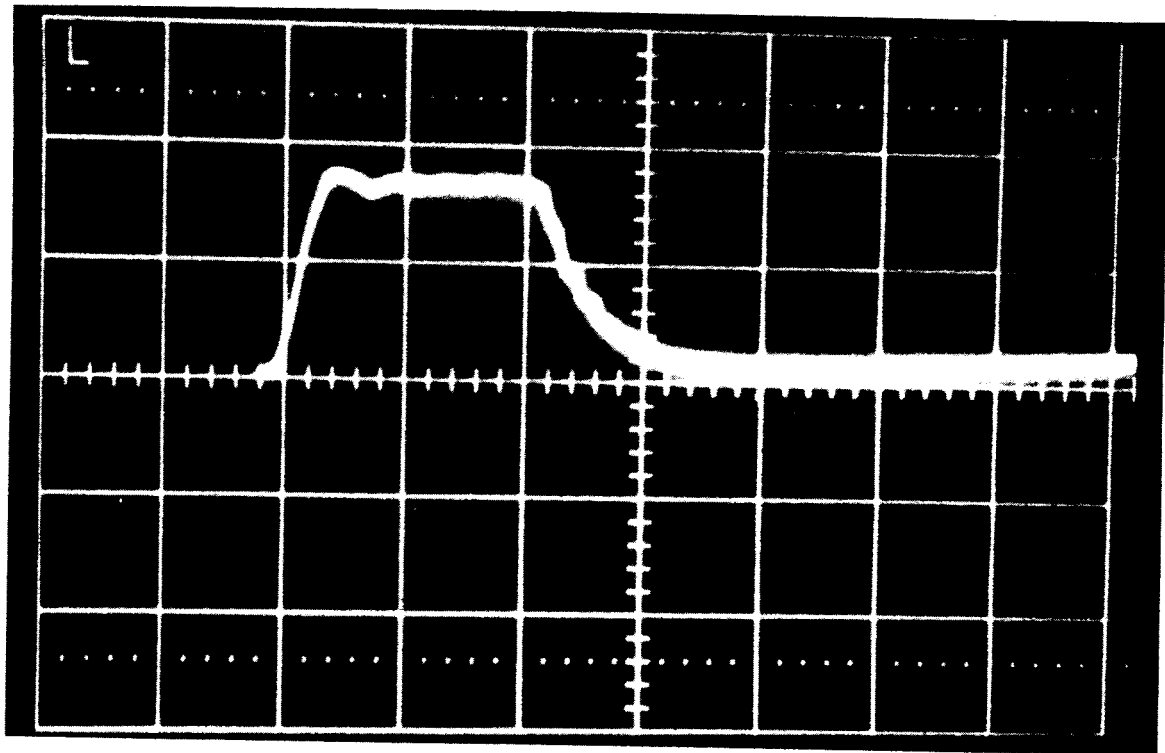


Рис. 7. Осциллограмма выходного сигнала с МЛЗ.

1	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
2	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	
3	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	
4	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	
5	2	1	4	3	6	5	8	7	10	9	12	11	
6	14	13	16	15	18	17	20	19	22	21	24	23	
7	26	25	28	27	30	29	32	31	34	33	36	35	
8	СТРОЙ "А"												
9	38	37	40	39	42	41	44	43	46	45			
10	Блок контроля												
11	1	2	3	4	30л.	30л.							
12	1	2	3	4	5	30л.							
Вентиляционный блок													
Питание													
"МЛЗ"													
"УМД"													

Рис. 8. Эскиз стойки, в которой размещены УМД, МЛЗ и управляющая логика.

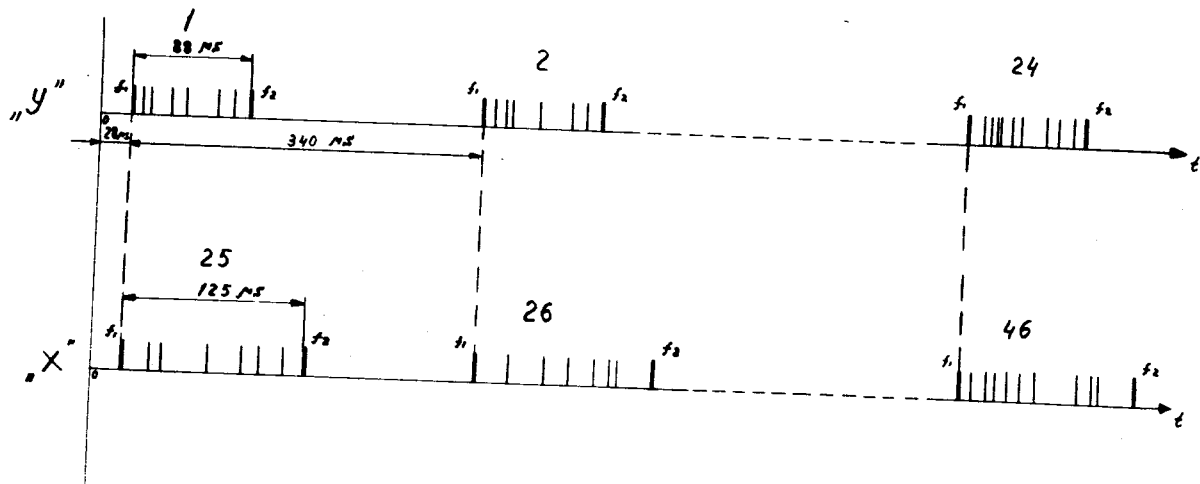


Рис. 9. Последовательность информации, поступающей по двум каналам с выхода системы съема и динамического запоминания информации.