

ЕФИ-785(12)-85

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ИНФОРМАЦИИ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ПО АТОМНОЙ НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

548606065

Г.А.БАГДАСАРЯН, А.С.БЕГЛАРЯН, С.П.БУЮКЯН,
Г.Л.БАШИНДЖАГЯН, Н.Б.СИНЕВ

ТРАКТ СЪЕМА ИНФОРМАЦИИ С ИОНИЗАЦИОННЫХ КАМЕР

ЕРЕВАН-1985

© Центральный научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по атомной науке
и технике (ЦНИИатоминформ) 1985г.

G.A.BAGDASARIAN, A.S.BEGLARIAN, S.P.BUYUKIAN,
G.L.BASHINJAGHIAN*, N.B.SINEV*

TRACT OF INFORMATION READOUT
FROM IONIZATION CHAMBERS

A tract of the information readout from ionization chambers composed of a linear preamplifier, a logarithmic amplitude-digital converter, a system of memory and information extraction in the CAMAC standard is described. The dynamical range of the tract is 10^4 . The level of noise at the input is 10 V. The number of discharges in the binary code is 7. The relative error is 10%.

Yerevan Physics Institute

Yerevan 1985

* Moscow State University, Institute of Nuclear Physics.

Г.А.БАГДАСАРЯН, А.С.БЕГЛАРЯН, С.П.БУЮКЯН,
Г.Л.БАШИНДЖАГЯН*, Н.Б.СИНЕВ *

ТРАКТ СЪЕМА ИНФОРМАЦИИ С ИОНИЗАЦИОННЫХ КАМЕР

Описан тракт съема информации с ионизационных камер, состоящий из линейного предусилителя, логарифмического амплитудно-цифрового преобразователя, системы памяти и вывода информации в стандарте КАМАК. Динамический диапазон тракта $\sim 10^4$. Приведенный ко входу уровень шумов ≤ 10 мкВ. Число разрядов в двоичном коде - 7. Относительная погрешность 10%.

Ереванский физический институт

Ереван 1965

* НИИЯФ МГУ

Описываемый тракт съема информации создавался для работы с ионизационными камерами большой длины (30...60 м) в составе калориметра большой площади, но может быть использован и с ионизационными камерами обычных размеров (2...3 м).

Ионизационные калориметры большой площади имеют много каналов регистрации (до нескольких тысяч), эксплуатируются длительное время (десятки тысяч часов). Отсюда вытекает специфика требований к регистрирующей аппаратуре. Она должна быть проста и надежна и не должна изменять своих параметров со временем или под действием внешних факторов. Описываемое устройство создавалось с учетом этих требований. Оно состоит из трех функциональных элементов:

1. Линейный предусилитель (ЛП)
2. Логарифмический амплитудно-временной преобразователь (АВП)
3. Система время-цифрового преобразования и вывода информации на ЭВМ (ВЦП).

АВП и ВЦП образуют амплитудно-цифровой преобразователь.

Предусилитель располагается в непосредственной близости от анодного вывода ионизационной камеры. Он соединяется с АЦП ко-

аксиальным кабелем или экранированным проводом длиной 40...
150 м.

АЦП размещен в стандартном модуле КАМАК (8 каналов в модуле единичной ширины).

Схема линейного предусилителя ЛП приведена на рис.1. Резистор R_1 вместе с ёмкостью камеры C_K и ёмкостью монтажа C_M определяет постоянную времени входной цепи $\tau_{ВХ} = R_1(C_K + C_M) = 200...250$ мкс. Если ЛП работает с камерой обычной длины (2...3 м), имеющей соответствующую ёмкость порядка $C_K = 50...100$ пФ, величину R_1 необходимо увеличить примерно до 2 МОм, чтобы сохранить неизменной $\tau_{ВХ}$. Уровень шума при этом несколько увеличивается (до ~ 15 мкВ).

Резистор R_2 и диоды V_1 , V_2 защищают входные цепи от перегрузок. В качестве V_1 используется диод типа АЦ110А, так как он имеет большее напряжение отсечки и не открывается при входных сигналах до -1 В. Его можно заменить двумя кремниевыми диодами, включенными последовательно.

Повторитель на полевом транзисторе V_3 обеспечивает большое входное сопротивление усилителя. Второй повторитель на транзисторе V_4 за счет низкого выходного сопротивления уменьшает шумы операционного усилителя А1. Применение здесь микросхемы типа КР140УД1Б определяется тем, что этот операционный усилитель достаточно быстрый и может обеспечить не только требуемую скорость нарастания выходного сигнала, но и ее стабильность. В то же время эта микросхема обладает приемлемым уровнем собственных шумов при малых входных сопротивлениях.

В качестве А1 можно использовать более современные быстрые операционные усилители с полевыми транзисторами на входах (например, К544УД1В). В этом случае из схемы можно исключить пов-

торители V3 и V4, подключив неинвертирующий вход непосредственно к диодам V1 и V2, но уровень шума при этом несколько возрастает.

Усилитель на A1 охвачен 100% отрицательной обратной связью (ООС) по постоянному току. Глубина ООС по переменному току и, соответственно, коэффициент усиления определяется делителями R6R5 и R7R8. Конденсатор C3 ограничивает полосу пропускания сверху. Коэффициент усиления может регулироваться в пределах $K_1 = 20 \dots 50$ с помощью R7. Полоса пропускания при этом не изменяется.

Эмиттерный повторитель V5 позволяет усилителю работать на ёмкостную нагрузку величиной до 0,06 мкФ. Резистор R11 защищает схему от короткого замыкания на выходе и согласует её с волновым сопротивлением кабеля 50 Ом. При работе на кабель, согласованный на приемном конце, выходной сигнал уменьшается вдвое и его максимальное значение оказывается ~ 3 В. При работе на несогласованный кабель (основной режим) максимальное значение выходной амплитуды ~ 6 В. Цепь R10C5 служит для развязки питания выходного повторителя V5. Цепи R15C6 и R15C9 служат фильтрами по цепям питания. На микросхеме A2 собран дополнительный инвертирующий усилитель с фиксированным коэффициентом передачи $K_2 = 20$. С его выхода импульс положительной полярности подается через резистор R14 на шину линейного суммирования сигналов с ионизационных камер одного ряда calorиметра. Суммирование сигналов с отдельных камер одного ряда, а затем и по всему ионизационному calorиметру, как известно, необходимо для быстрой оценки выделившейся в calorиметре энергии и выработки соответствующего мастерного сигнала. Необходимость дополнительного усиления сигнала перед суммированием определяется тем, что коэффици-

ент передачи основного усилителя невелик (что, в свою очередь, диктуется большим динамическим диапазоном схемы). Поэтому полный сигнал на суммирующей шине ряда, соответствующий энергетическому порогу калориметра, оказывается порядка 100 мкВ, что сравнимо с уровнем наводок на этой шине. Дополнительный усилитель позволяет повысить суммарный сигнал в 20 раз. Соответствующее сужение динамического суммарного (по ряду) сигнала допустимо, так как диапазон значений энергетического порога установки обычно не превышает 10^2 .

Усилитель питается от двухполярного источника напряжения ± 12 В. Он монтируется на печатной плате из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита. Фольга с установочной стороны деталей заземляется и служит экраном. Закрепление платы и электрическое соединение схемы производится с помощью разъёма МРН-22-1. Для повышения надежности соединений контакты разъёма дублируются. При подаче на вход усилителя отрицательного скачка напряжения фронт выходного сигнала на ёмкостной нагрузке $C_H = 0,025$ мкс (кабель РК-50-2-13 длиной ~ 250 м) составляет ~ 4 мкс, в усилителе формируется экспоненциальный спад с постоянной $\tau_{сп} = 150$ мкс. Нестабильность коэффициента усиления $\delta K_I \leq 5\%$ в диапазоне температур $t = 25 \pm 20^\circ\text{C}$ и изменении напряжения $\delta U_{пит} \leq 10\%$.

Схема логарифмического амплитудно-временного преобразователя (АВП) разработана, исходя из условий медленного нарастания и спада сигналов и малой частоты выработки мастерного сигнала. Импульсы с ионизационных камер калориметра характеризуются положительным фронтом ($t_{ср}$ 10 мкс) и спадом, а энергетический триггер калориметра, используемого в космических лучах, вырабатывается через большие промежутки времени (десятки секунд или даже минут).

Эти особенности источника сигналов позволили упростить схему АВП, по сравнению с аналогичными устройствами, используемыми при больших нагрузках и малых длительностях импульсов.

С выхода предусилителя импульс отрицательной полярности поступает по кабелю на базу эмиттерного повторителя $V1$ (рис.2) и далее на исток полевого транзистора $V3$. В цепь стока нормально закрытого транзистора $V3$ включены зарядные ёмкости $C5, C6$. Если в момент достижения рабочим импульсом максимальной амплитуды на общей для всех каналов шине управления появится разрешающий импульс (мастер I) амплитудой $V0,5 В$, то транзистор $V2$ закрывается, а $V3$ открывается и $C5, C6$ заряжаются до амплитудного значения рабочего импульса (постоянная времени заряда ~ 1 мкс). При большой длительности мастера I $C5, C6$ будут разряжаться вместе со спадом рабочего импульса, поэтому длительность мастера I выбирается равной $7...10$ мкс. Через цепь $R1C3$ мастер I вносит небольшой отрицательный заряд в $C5, C6$, чтобы скомпенсировать проникание положительного заряда с коллектора $V2$ через $R5$ и цепь затвор-сток транзистора $V3$. Величина отрицательного заряда подбирается регулировкой $R1$ и в процессе наладки схемы.

Конденсаторы $C5, C6$ после окончания рабочего импульса разряжаются по экспоненциальному закону через резистор $R6$ с постоянной времени $\tau = R6(C5+C6) = 1$ мс. Импульс разряда поступает на усилитель с коэффициентом передачи $K_I = 100$, собранный на микросхеме $A1$. Резистор $R9$ служит для балансировки усилителя по постоянному току. С помощью диода $V4$ устанавливается порог ограничения амплитуд входных сигналов усилителя. Подобное ограничение сигналов несущественно влияет на точность работы преобразователя, так как в пределах устанавливаемых значений порогов амплитуд

литудной дискриминации сигналов ($\sim 0,1$ В) усилитель работает в линейном режиме.

Через цепь С7R13 ограниченный по амплитуде экспоненциальный импульс поступает на компаратор (микросхема А2).

Отсутствие гальванической связи между разрядной цепью и компаратором позволяет исключить влияющие нестабильности разбаланса входов А1. В то же время, соответствующая нестабильность компаратора А2 не вносит заметных погрешностей, так как экспоненциальный импульс усилен в 100 раз, и отсечка компаратора происходит при разности потенциалов на входах - 50 мВ.

При этом пороговый потенциал на С5, С6 равен 500 мкВ, а его нестабильность не превышает ± 50 мкВ.

В то же время необходимость передачи импульса большой длительности (до 10 мс) определила использование переходной цепочки С7R13 с большой постоянной времени и операционного усилителя с большим входным сопротивлением в качестве компаратора. Одна из ячеек микросхемы А3 используется для восстановления постоянной составляющей в паузах между импульсами. На время импульса полевые транзисторы микросхемы А3 запираются мастером П длительностью ~ 13 мс.

С выхода А2 положительный импульс фиксированной амплитуды поступает на цифровую часть схемы ВЦП. Его длительность $\tau_d \sim \lg(U_{вх} - U_0)$, где $U_{вх}$ - амплитуда входного импульса, а U_0 - напряжение отсечки компаратора, приведенное по входу. Его величина устанавливается с помощью резистора R14.

На рис.3 представлена структурная схема системы съема информации с ионизационного калориметра. После предварительного усиления сигнал с ионизационных камер подается на пороговое устройство, вырабатывающее мастерный импульс, и на модули АЦП в стан-

дарте КАМАК. Модуль АЦП состоит из восьми аналого-временных преобразователей (АВП), работа которых была описана выше, и время-цифрового преобразователя (ВЦП). Время-цифровое преобразование производится по принципу заполнения временных интервалов, полученных в АВП, тактирующими импульсами, счета этих импульсов и запоминанием полученного кода в оперативной памяти модуля (ОП).

Общие узлы, необходимые для преобразования, объединены в один, единственный в крейте мастер-блок (МБ), что предельно упрощает схему ВЦП и повышает его надежность. Учитывая, что возможное число каналов порядка тысяч, это объединение узлов в МБ является целесообразным.

Кроме модулей МБ и АЦП в крейте КАМАК расположен крейт-контроллер (КК) ЭВМ.

Рассмотрим работу схемы. Модуль МБ (рис.4) состоит из генератора G, делителя частоты (ДЧ) на мостиках 155ME5, формирующего на магистрали КАМАК сигналы "A1", "A2", "A4", "СтЗ", триггера Т "Пуск/стоп", триггера Т, схемы контроля цифровой части АЦП, дешифратора функций КАМАК (ДФ).

Цифровая часть АЦП (рис.5) включает в себя 8-канальный селектор-мультиплексор MS, счетчик кода Сч, оперативную память (ОП) на восемь 8-разрядных слов (KI55PY2), логические схемы, обеспечивающие запись информации с выхода MS в ОП и дешифратор функций КАМАК.

В исходном состоянии работа генератора запрещена. При этом на выходах адресных и сигнальных шин установлен высокий потенциал (рис.2). С приходом мастерного импульса триггер Т1 "Пуск/стоп" устанавливается в состояние "1". Генерируется сигнал "Разрешение преобразования" (РП), запускается генератор и делитель частоты

выставляет на магистрали КАМАК импульсы "Строб записи" (СтЗ), "А1", "А2", "А4", "-I код". Кроме того, вырабатывается мастерский импульс для блоков АВП необходимой длительности, который устанавливает информацию на входные шины селекторов-мультиплекторов MS (рис.3). В течение первого цикла (до появления импульса "-I код") сигналы СтЗ через схемы И2, И3 записывают "0" в ОП модуля. После обнуления памяти импульсом "-I код" разрешается работа MS и одновременно закрывается схема И2. При этом импульсы СтЗ поступают на совпадение с выходным сигналом MS на схему И1. Если в течение опроса всех 8 каналов MS на его выходах не появится высокий уровень, означающий наличие информации в каком-либо канале, то Т1 перебросится в состояние "0" и запретит выработку LAM-запроса блоком МБ. При наличии информации в ОП в соответствующем канале запишется содержимое счетчика кода (Сч). Временная диаграмма работы ВЦП показана на рис.6.

После окончания цикла записи (~ 1 мс) снимается сигнал РП в блоке МБ, вырабатывается LAM-запрос (при условии наличия информации в крейте) и ЭВМ переходит к опросу ячеек ОП модуля.

В системе предусмотрен контроль цифровой части АЦП. При контроле МБ вырабатывает на шине W 22 магистрали КАМАК контрольные импульсы "Контр". Длительность импульсов, которые одновременно параллельно подаются на все входы селекторов-мультиплекторов MS в блоках АЦП, выбирается переключателем на лицевой панели МБ.

В модуле АЦП дешифрируются и выполняются команды:

NA(0) F(0)... NA(7) F(0) - чтение информации Q = I

Модуль МБ дешифрирует и выполняет следующие команды:

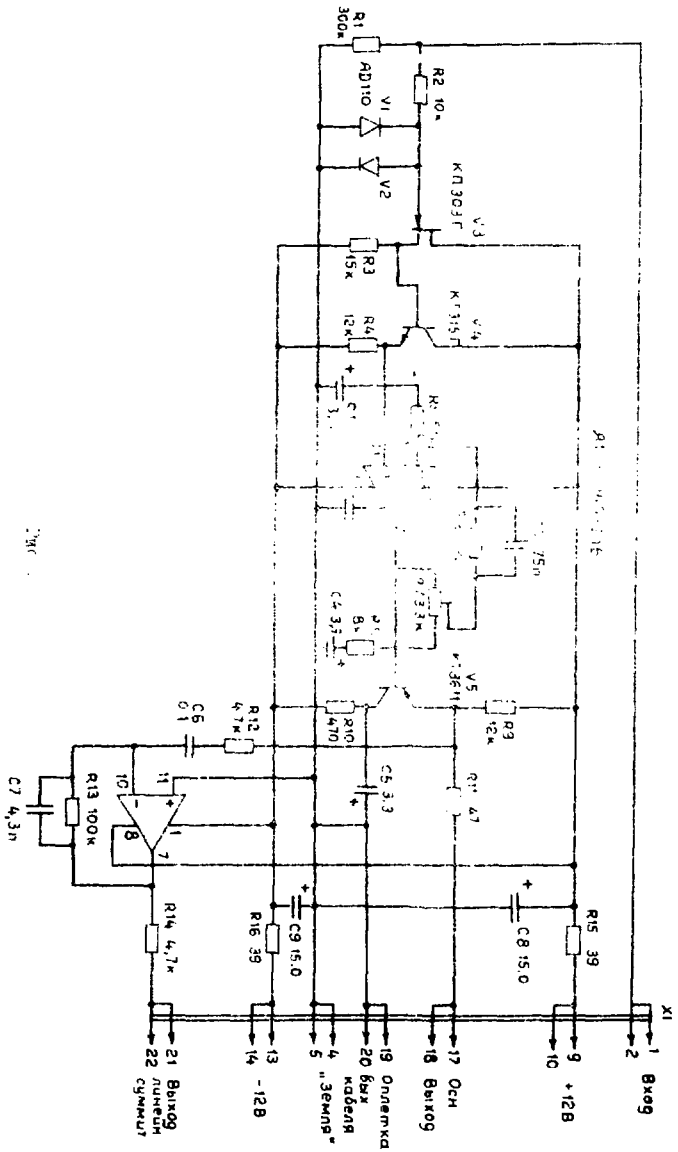
NA(8) - тест LAM Q = L

NA(0)F(10) - сброс LAM $Q = 0$

NA(0)F(25) - пуск операции контроля $Q = 0$

При выполнении перечисленных команд модули вырабатывают сигнал $X=1$. Команды Z и C приводят модуль МБ в исходное состояние.

Модули АЦП и МБ занимают по одной станции в крейте КАМАК. Потребляемый ток для МБ составляет 0,8 А по цепи +5 В (23 интегральные схемы), для АЦП - 0,6 А и 80 мА по цепям +6 В и -12В соответственно (37 интегральных схем).



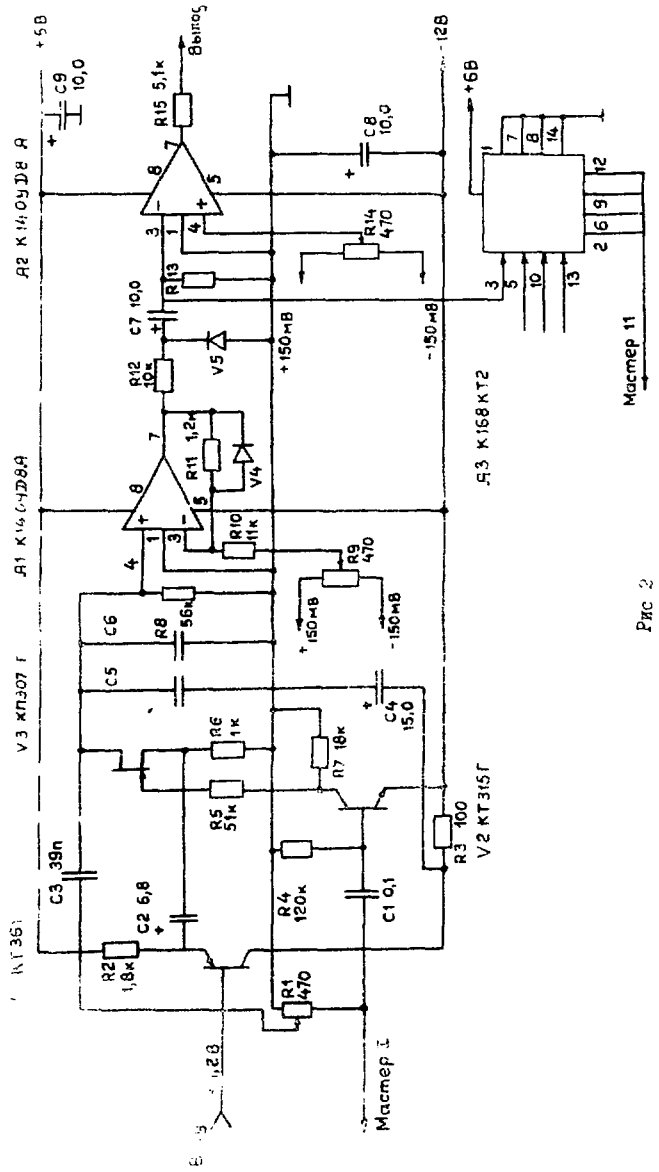


Рис. 2

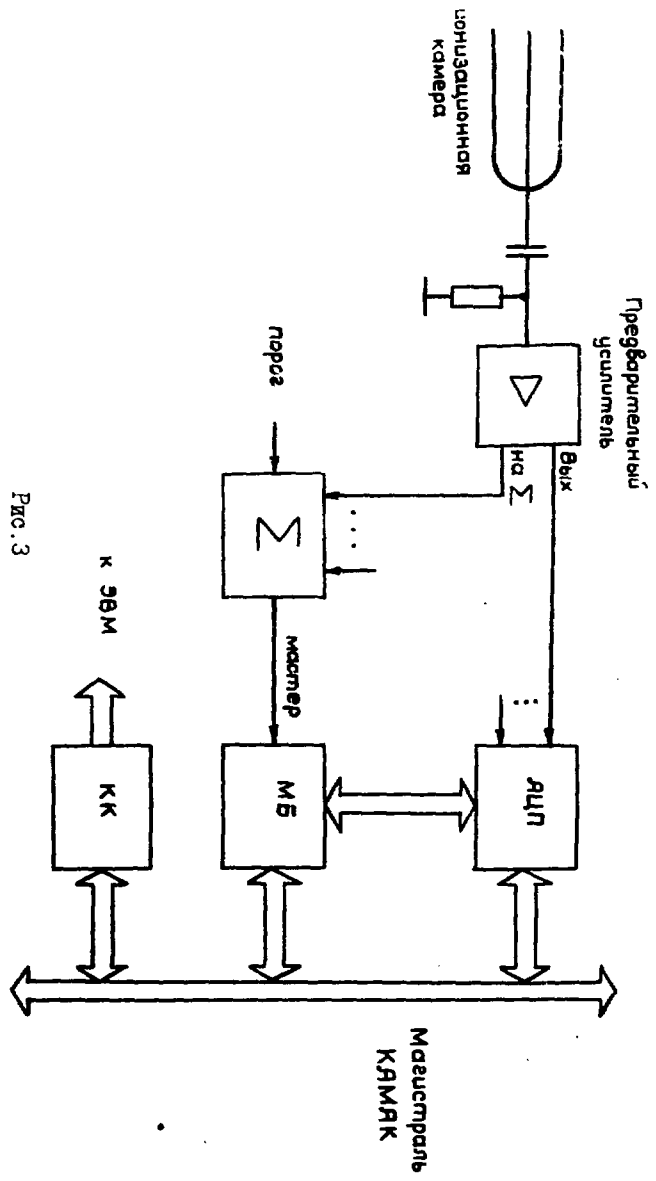


Рис. 3

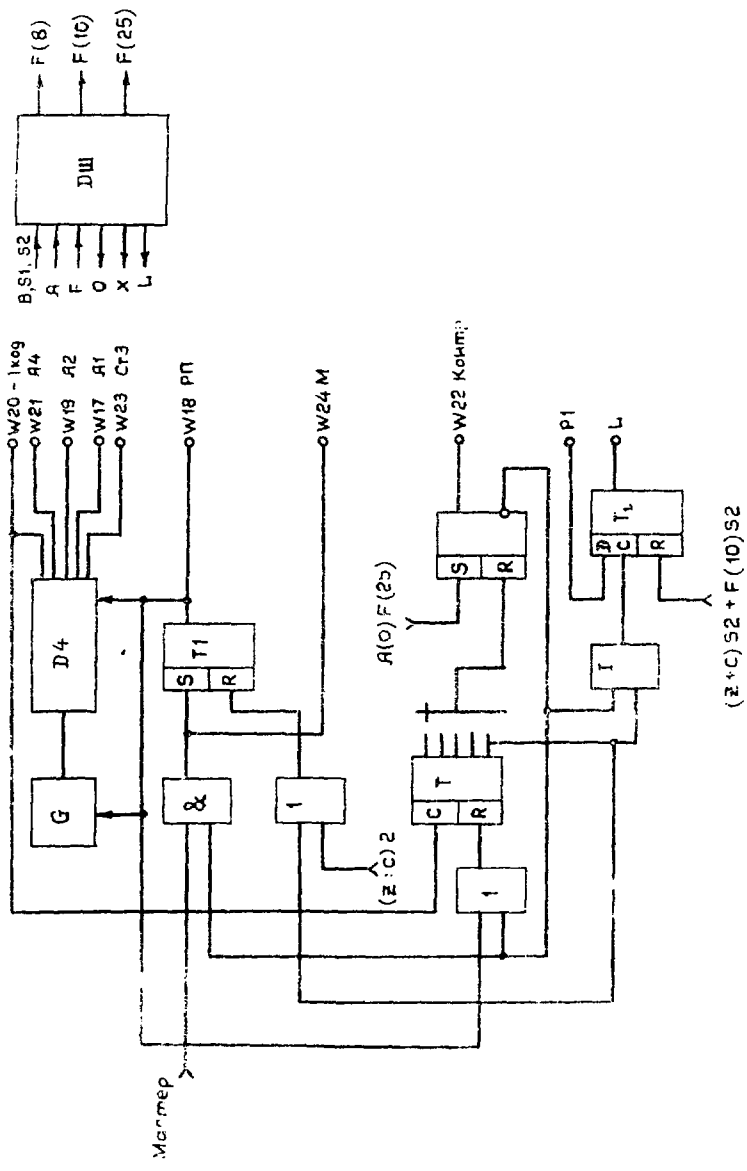


Fig. 4

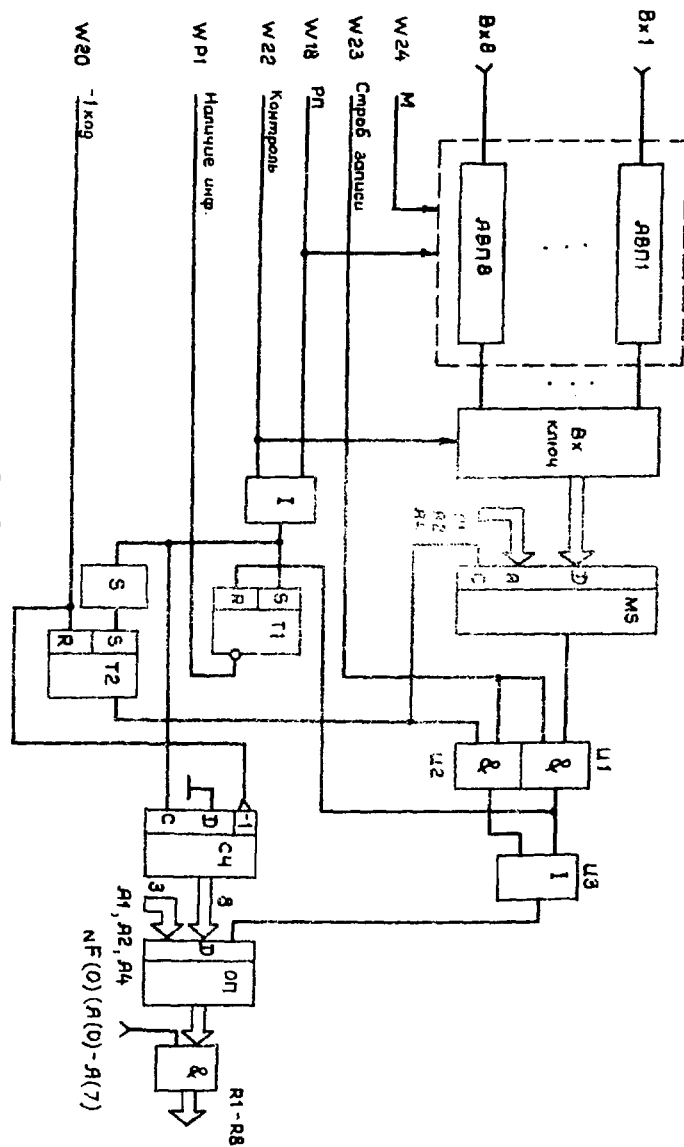


Рис. 5

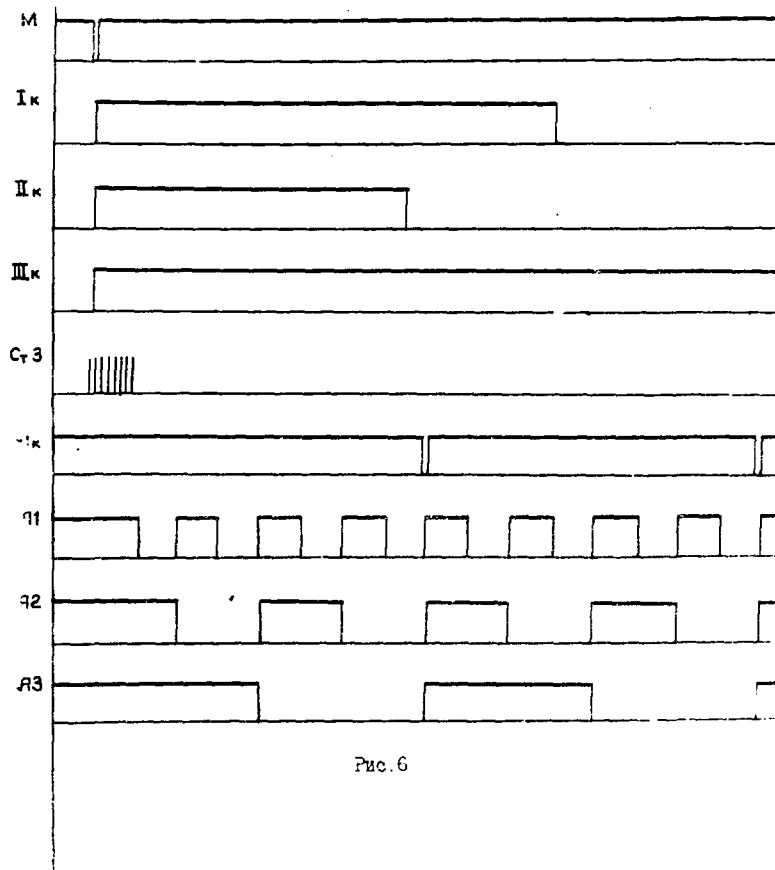


Рис. 6

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

- Рис.1 Линейный предусилитель
Рис.2 Логарифмический амплитудно-временной преобразователь
Рис.3 Блок-схема системы съёма информации с ионизационных камер калориметра установки АНИ
Рис.4 Блок-схема мастер-блока (МБ)
Рис.5 Блок-схема 8-канального АЦП для ионизационных камер калориметра установки АНИ
Рис.6 Временная диаграмма

Рукопись поступила 22 февраля 1985 г.

Г.А.БАГДАСАРЯН, А.С.БЕГЛАРЯН, С.П.БУЮКЯН, Г.Л.БАШИНДЖАГЯН,
Н.Б.СИНЕВ

ТРАКТ СЪЕМА ИНФОРМАЦИИ С ИОНИЗАЦИОННЫХ КАМЕР

Редактор Л.П.Мукаян

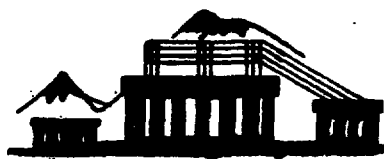
Технический редактор А.С.Абрамян

Подписано в печать 30/У-85г.
Офсетная печать. Уч. изд. л. 1,0
Зак. тип. №232

ВФ-00963 Формат 60x84/16
Тираж 299 экз. Ц. 15 к.
Индекс 3624

Отпечатано в Ереванском физическом институте
Ереван 36, Маркаряна 2

индекс 3624



ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ