

**ԵՐԵՎԱՆԻ ԳՐԱԳԻՏԱԿԱՆ ԳՐԱԳՐԱԿԱՆ ԻՆՏԵՐՆԱԿԱՆ
ԵՐԵՎԱՆՍԿԻ ֆԻԶԻԿԱԿԱՆ ԻՆՏԻՏՈՒՏ**

ЕФИ -251(44)-77

№ 78 10420

Կ.Վ.ԱՎԱԿՅԱՆ, Ա.Տ.ԱՎԱՆԴՅԱՆ, Լ.Տ.ԲԱԳԴԱՏԱՐՅԱՆ,
Ի.Ե.ՎԱՏԻՆՅՈՒԿ, Օ.Մ.ՎԻՆՆԻՇԿԻԻ, Տ.Տ.ԿԱԶԱՐՅԱՆ,
Տ.Ս.ԿԱԶԱՐՅԱՆ, Դ.Դ.ՕՎՏԵՍՅԱՆ, Դ.Տ.ՕԳԱՆԵԶՈՎԱ,
Ա.Դ.ՕԳԱՆԵՏՅԱՆ, Տ.Ե.ՊՐՈՍՑՈՎ, Ս.Օ.ՏՈՒՅՅԱՆ,
Լ.Բ.ՏԱՐԿԻՅԱՆ, Վ.Վ.ՊՐՈՍՑՈՎ, Ս.Օ.ՏՈՒՅՅԱՆ:

СИСТЕМА ЭЛЕКТРОНИКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ
УСТАНОВКИ ПО РАЗДЕЛЕНИЮ ПИОННОЙ И
ПРОТОННОЙ КОМПОНЕНТ И ИССЛЕДОВАНИЕ
ЯДЕРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ
С ПОМОЩЬЮ РПИ-ДЕТЕКТОРА И ИОНИЗАЦИОННОГО
КАЛОРИМЕТРА



ЕФН-251(44)-77

V.V.AVAKYAN, A.T.AVUNDZHIAN, L.S.BAGDASARYAN,
L.E.VASINYUK, O.M.VINNITSKIJ, S.S.KAZARYAN,
S.P.KAZARYAN, G.G.OVSEPYAN, D.S.OGANEZOVA,
A.G.OGANESYAN, S.E.KHACHATRYAN, L.B.SARKISYAN,
V.V.PROTSOV, S.O.SOKHOYAN

ELECTRONICS FOR THE EXPERIMENT ON SEPARATION
OF PION AND PROTON COMPONENTS AND THE INVESTI -
GATION OF NUCLEAR INTERACTIONS OF COSMIC RAYS
WITH A XTR-DETECTOR AND AN IONIZATION CALORI-
METER

The electronics for the investigation of nuclear inter -
actions of high and ultrahigh energy hadrons in cosmic rays is
described. The circuits and performances of electronic units
providing the information readout from all the detectors of
the experimental arrangement, of the on-line connection with
"Nairi-2" computer, of the selector and the data acquisition
interface are given. The technique and instrumentation for
the calibration and production of electronic units of the ar -
rangement is described. The electronics may be used both in
cosmic ray and accelerator experiments.

Yerevan Physics Institute

Yerevan 1977

ЕФИ-251(44)-77

УДК. 53.087.9

В.В.АВАКЯН, А.Т.АВУНДЖЯН, Л.С.БАГДАСАРЯН,
И.Е.ВАСИНЮК, О.М.ВИННИЦКИЙ, С.С.КАЗАРЯН,
С.П.КАЗАРЯН, Г.Г.ОВСЕПЯН, Д.С.ОГАНЕЗОВА,
А.Г.ОГАНЕСЯН, С.Е.ХАЧАТРЯН, Л.Б.САРКИСЯН,
В.В.ПРОСЦОВ, С.О.СОХОЯН.

СИСТЕМА ЭЛЕКТРОНИКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ
УСТАНОВКИ ПО РАЗДЕЛЕНИЮ ПИОННОЙ И
ПРОТОННОЙ КОМПОНЕНТ И ИССЛЕДОВАНИЕ
ЯДЕРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ КОСМИЧЕСКИХ
ЛУЧЕЙ С ПОМОЩЬЮ РПИ-ДЕТЕКТОРА И
ИОНИЗАЦИОННОГО КАЛОРИМЕТРА

В данной работе описана электронная аппаратура установки для изучения ядерных взаимодействий адронов высоких и сверхвысоких энергий в эксперименте с космическими лучами. Приведены схемы и характеристики электронных блоков, обеспечивающих съём информации со всех детекторов установки, системы связи с ЭВМ "Наири-2", селектора и электронного осуществления приема информации в ЭВМ во время обработки. Описана методика и аппаратура градуировки и калибровки всех узлов электроники. Разработанная нами электроника может быть рекомендована для использования в других подобных экспериментах как в области физики космических лучей, так и на ускорителях.

Ереванский физический институт
Ереван 1977

ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЕФИ -251(44)-77

В.В.АВАКЯН, А.Т.АВУНДЖЯН, Л.С.БАГДАСАРЯН,
И.Е.ВАСИНЮК, О.М.ВИННИЦКИЙ, С.С.КАЗАРЯН
С.П.КАЗАРЯН, Г.Г.ОВСЕПЯН, Д.С.ОГАНЕЗОВА
А.Г.ОГАНЕСЯН, С.Е.ХАЧАТРЯН,
Л.Б.САРКИСЯН, В.В.ПРОЦОВ, С.О.СОХОЯН

СИСТЕМА ЭЛЕКТРОНИКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ
УСТАНОВКИ ПО РАЗДЕЛЕНИЮ ПИОННОЙ И
ПРОТОННОЙ КОМПОНЕНТ И ИССЛЕДОВАНИЕ
ЯДЕРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ
С ПОМОЩЬЮ РПИ-ДЕТЕКТОРА И ИОНИЗАЦИОННОГО
КАЛОРИМЕТРА

Ереван 1977

© *Ереванский физический институт, 1977*

1. Коротко об экспериментальной установке.

На высокогорной станции "Арагац" (3250 м над уровнем моря) завершены монтаж и наладка экспериментальной установки [1], целью которой является измерение сечения и физических характеристик взаимодействия космических адронов с различными ядрами (C, Fe, Pb), исследование спектров протонов, нейтронов и пионов космического излучения в области энергий ≥ 500 Гэв.

Экспериментальная установка (рис.1) состоит из ионизационного калориметра, детектора рентгеновского переходного излучения, годоскопа, четырех калибровочных многопроволочных пропорциональных камер, мишени и детектора взаимодействия.

Ионизационный калориметр (ИК) с общим количеством вещества ~ 900 г/см² предназначен для определения энергии исследуемых частиц. ИК состоит из 12 рядов ионизационных камер (ИКР) длиной 330 см и диаметром 9,8 см. В каждом ряду имеется 31 камера, при этом направления ИКР в чередующихся рядах взаимно перпендикулярны. Информация, полученная от каждой ИКР в аналоговой форме, переводится в цифровую форму и поступает в ЭВМ. Вся информация от ИК, включая и 12 сумматоров соответствующих рядов, составляет 384 девятиразрядных двоичных слов, которые размещаются в 96 тридцатипятиразрядных словах ЭВМ "Наири-2".

Детектор рентгеновского переходного излучения (РПИ-детектор) служит для идентификации исследуемых частиц. РПИ-детектор имеет четыре аналогичные секции, каждая из которых состоит из майларовой сплошной среды (СС) в качестве радиатора излучения и многопроволочных пропорциональных камер (МПК) для регистрации энерговыделения. В каждой секции имеются 9 МПК размерами рабочей части $91 \times 91 \text{ см}^2$, при этом каждая камера разделена на три равнозначных отсека с целью улучшения пространственного разрешения. Направления сигнальных нитей между МПК каждого ряда параллельны, а относительно нитей МПК следующего ряда перпендикулярны. Аналоговая информация, получаемая от РПИ-детектора, после преобразования в цифровую форму составляет 108 девятиразрядных двоичных слов, которые размещаются в 27 тридцатишестиразрядных словах ЭВМ.

Годоскоп предназначен для определения координат точки влета исследуемых частиц и ограничения телесного угла установки. Годоскоп состоит из двух рядов МПК (КПК). В каждом ряду имеется по 9 МПК, рабочая поверхность каждой камеры $91 \times 91 \text{ см}^2$ разделена на 16 секций, что позволяет определять координату с точностью $\pm 2,7 \text{ см}$. Информация с годоскопа в цифровой форме размещается в 9 тридцатишестиразрядных словах ЭВМ.

Четыре МПК (ИПК) служат для нахождения распределения энергетических потерь исследуемых частиц за счет ионизации с целью дальнейшего учета его вклада в распределение суммарного энерговыделения, полученного от РПИ-детектора. Они расположены одна над другой и аналогичны МПК, используемых в вышеуказанных узлах установки. Информация от ИПК размещается в четырех девятиразрядных двоичных словах.

Детектор взаимодействия (ДВ) служит для определения наличия акта взаимодействия и множественности в ишени, расположенной непосредственно над ДВ. Информа-

ция от ДВ в аналоговой форме после преобразования в цифровую форму составляет 81 девятиразрядное слово, которое размещается в 21 тридцатишестirazрядном слове, ЭВМ.

Кроме этого в ЭВМ поступает информация о состоянии нулевого уровня, учитывающего натекание заряда на запоминающем устройстве за время собирания ионов в ИКР. С этой целью используется одна ИКР, аналогичная тем, которые находятся в ИК, на которую не подается питание. Аналоговая информация о нулевом уровне в цифровой форме размещается в девятиразрядном двоичном слове.

II. Электронная аппаратура установки .

Электронная аппаратура (рис.2) обеспечивает:

1. Прием информации с 372 ионизационных камер, 12 сумматоров рядов калориметра и суммирование общей ионизации по калориметру. Практически это осуществляется линейными усилителями (1), суммирующими усилителями ряда (2) и основными суммирующими усилителями (3) . Сигналы со всех усилителей и сумматоров рядов запоминаются в блоке памяти [4]

2. Осуществление приёма информации с 288 нитей КПК через усилители (5) и с промежуточной памяти [6]

3. Передачу информации со 108 нитей АПК и 27 детекторов взаимодействия (ДВ) в соответствующую память [7,8] через каналы усиления [9,10] .

4. Передачу и ввод информации в ЭВМ поочередным опросом сигналов с памяти посредством коммутаторов (1,II,III,IV), управляемых интерфейсом.

5. Отбор интересующих нас событий по заданной физической программе (селектор).

6. Осуществление периодической калибровки и градуировки всех узлов электронной аппаратуры специальным блоком калибровки.

В электронной аппаратуре предусмотрена возможность увеличения количества каналов для приёма информации от физических детекторов.

Электроника калориметрического тракта (рис.3) предназначена для выполнения следующих функций:

1. Фиксация заряда q_i , создаваемого в каждой из 372 ионизационных камер калориметра при прохождении лавины, и пропорционального числу релятивистских частиц, прошедших через камеру. Преобразование заряда в пропорциональный ему импульс напряжения u_i . По команде с селектора - запоминание информации в ячейке памяти в виде потенциала $V_i \sim u_i$ для последующего опроса и измерения.

2. Оценка числа релятивистских частиц, проходящих через каждый ряд калориметра, и передача этой информации в селектор.

3. Суммирование числа релятивистских частиц, прошедших через весь калориметр, и передача сигнала, пропорционального этой сумме, в селектор для последующей оценки.

Через резисторы 470 мом на нити ионизационных камер подается рабочее напряжение 1 кв. Конденсатор 390 пф - разделительный, а 7,5 пф - дозирующий (служит для подачи на входы всех усилителей фиксированных зарядов при калибровке электроники). Возникший в результате прохождения через ИКР релятивистских частиц заряд $q_i \sim n_i$ создает на эквивалентной ёмкости $C_{\text{экв}} = C_{\text{кам}} + C_{\text{вх. ус.}} + C_{\text{м}}$ скачок напряжения $u_i = q_i / C_{\text{э}}$. Этот импульс усиливается линейным усилителем ЛУ, расположенным в непосредственной близости от камеры, и подается по высокочастотному кабелю на свою ячейку памяти П. Во всем тракте усилитель-память использованы одни и те же современные экономичные лампы 6П23П, обладающие высокой крутизной характеристики и малым уровнем собственных шумов. Благодаря специальному способу

подачи сигнала отрицательной обратной связи, усилитель (рис.4) является системой, чувствительной к заряду (зарядочувствительный усилитель). Такая система представляется нам чрезвычайно удобной для детекторов ионизационных излучений, в частности ИКР, так как на ее параметры не влияет разброс собственных емкостей детекторов, соединительного кабеля, монтажа. Кроме того, срез выходного импульса целиком определяется параметрами самого усилителя и не зависит от способа внесения заряда на его вход, что чрезвычайно удобно для калибровки ионизационных камер и всего калориметра. С другого входа усилителя сигнал подается на вход сумматора Σ и далее на вход суммирующего усилителя ряда СУР. Здесь линейно суммируются импульсы со всех усилителей данного ряда. Сам СУР служит для компенсации ослабления сигнала на линейном сумматоре. С трех выходов СУРа сигналы поступают на ячейку памяти, дискриминатор ряда ДР и общий сумматор Σ_0 . Дискриминатор ряда ДР срабатывает в том случае, когда число частиц в данном ряду (a , следовательно, и выделившаяся энергия) превышает пороговое значение $N_p \geq N_{pr}$. С выхода ДР сформированный импульс подается на селектор. Импульсы с выходов СУРов суммируются в общем сумматоре Σ_0 и усиливаются общим суммирующим усилителем ОСУ для компенсации ослабления сигнала в Σ_0 . ОСУ имеет три выхода на ячейку памяти и два выхода на селектор. Величины выходных импульсов на селектор отличаются в четыре раза.

Электронная аппаратура РИИ-детектора

Линейный усилитель Б1.

Усилитель (рис.5) предназначен для снятия аналоговой информации с пропорциональных камер при небольших нагрузках. Основные технические данные:

Входное сопротивление	- 50 ом (до 10 кгц)
Полярность	-отрицательная

Усиление	- регулируемое 120 + 180
Время нарастания	- 10 нсек
Линейность	- для выходных импульсов амплитудой от 200 мВ до 2 в лучшем 5%
Выходное сопротивление	- 50 ом
Полярность выходного импульса	- отрицательная
Шум при максимальном усилении	- 20 мВ

Усилитель состоит из двух однотипных каскадов.

Первый каскад собран на транзисторах Т1 и Т2 разных типов проводимости. Т1 - германиевый ГТ313Б (р-п-р) с низким уровнем шумов. Коэффициент усиления по постоянному току меньше 1. Усиление по переменному току определяется величиной отрицательной обратной связи (делитель на сопротивлениях в первом каскаде R5, R6). Усиление первого каскада R5/R6 -17, второго каскада - регулируемое от 7 до 17 (потенциометр R 17, ось выведена на переднюю панель).

В эмиттерных цепях транзисторов Т2 и Т4 стоят электрические конденсаторы, шунтированные керамическими (С4, С5 и С9, С10). Они совместно с С1, С2 и С8 обеспечивают в цепи обратной связи передачу плоской части импульса без искажений.

Допустимая нагрузка усилителя зависит от частоты поступающих на вход импульсов и их длительности.

Для компенсации постоянного отрицательного потенциала на выходе усилителя используется потенциометр R 14.

Фильтрация питающих напряжений осуществляется ДФ1, С11; С12 в цепи 12 в и ЛР.2 С13, С14 в цепи + 12 в.

Усилитель экономичный. Потребление тока по цепи

+ 12 в - 12 ма, - 12 в - 40 ма.

Блок аналоговой памяти Б2

Этот блок (рис.6) выполняет следующие функции:

1. Расширяет все без исключения короткие импульсы, запоминая их амплитуду до 8 мксек.

2. Запоминает амплитуду некоторых импульсов в случае надобности до 20 мсек.

Основные технические данные:

Выходное сопротивление	- 50 Ом
Передний фронт	- 0.15 мксек
Полярность	-отрицательная
Порог срабатывания	-регулируемый от 75 мв до 200 мв
Амплитуда входных импульсов	от 75 мв до 3 в
Коэффициент передачи	- 1
Выходное сопротивление	- 1 кОм
Полярность выходного импульса	- отрицательная
Спад амплитуды за время 20 мсек	- 3%

Время 8 мксек необходимо для анализа события. Если оно удовлетворяет определенным требованиям, то амплитуда импульса запоминается на 20 мксек, в противном случае память очищается по истечении 8 мксек.

Работа блока происходит следующим образом. Аналоговый сигнал с выхода линейного усилителя подается на базу транзистора Т1 (КТ316Г). Этот эмиттерный повторитель служит для смещения уровня, которое необходимо при применении интегральных схем серии ЭЛ. Сигнал с выхода эмиттерного повторителя поступает с одной стороны на усилитель - формирователь с регулируемым порогом (от 75 мв и выше - потенциометр-10). Усилитель собран на двух четвертях интегральной схемы МС 1020, каждая из которых представляет собой дифференциальный усилитель. Усилитель охвачен обратной отрицательной связью.

Сигнал по длительности формируется ждущим одновибратором, собранным на половинке интегральной схемы МС1014. Необходимое время выдержки обеспечивается цепочкой С7, R 24.

С выхода одновибратора положительный импульс поступает на схему "ИЛИ" (1/4 МС1004), выходы которой соединены с эмиттерно-базовой цепью транзистора Т9 (КТ316Г). Коллектор последнего через сопротивление R 36 присоединен к базе транзистора Т12, который в паре с Т14 представляет собой дифференциальный каскад, служащий в качестве генератора разрядного тока.

Сигнал с другой стороны эмиттерного повторителя на Т1 поступает на дифференциальный усилитель (транзисторы Т5, Т6) с токостабилизирующим двухполюсником (транзистор Т4). Наличие диода Д1 в цепи базы генератора тока обеспечивает температурную компенсацию и уменьшение дрейфа, который имеет место, если ток эмиттера зависит от температуры. Если геометрические и другие характеристики диода идентичны аналогичным характеристикам транзистора, то измерение сопротивления диода в зависимости от температуры соответствует изменению сопротивления база - эмиттер. Таким образом, если температурные изменения вызывают увеличение тока через транзистор, сопротивление диода при этом будет уменьшаться, что в свою очередь приведет к уменьшению прямого смещения на базе транзистора и уменьшению тока эмиттера. При условии идентичности характеристик диода и перехода база - эмиттер обеспечивается хорошая температурная компенсация.

Сигнал с выхода дифференциального усилителя подается на дифференциальную пару (транзисторы Т7, Т8). Диоды Д2, Д3 выполняют защитную функцию. Напряжение на базах Т7 и Т8 не отличается при этом более чем на ~ 1 в. В общей эмиттерной цепи стоит сопротивление R 25, от номинала которого зависит величина зарядового тока конденсатора С12. Если длительность импуль-

са короткая, R_{25} необходимо уменьшить, однако не превышая допустимую мощность рассеивания транзистора Т8. Заряд конденсатора С12 осуществляется через диод Д5.

В качестве генератора разрядного тока используется дифференциальная пара (транзисторы Т12, Т14). В исходном состоянии транзистор Т12 открыт, Т14 - закрыт. Конденсатор разряжается коллекторным током транзистора Т12 через диод Д6. Если на вход памяти поступает импульс, превышающий установленный порог усилителя - формирователя, транзистор Т12 закрывается, при этом происходит заряд ёмкости С12 коллекторным током транзистора Т8. За напряжением на ёмкости "следит" истоковый повторитель Т10 с токостабилизирующим двухполюсником на транзисторе Т11. Диод Д7 осуществляет термокомпенсацию. Коэффициент усиления истокового повторителя по напряжению близок к единице. На дифференциальном каскаде происходит сравнение входного и выходного напряжения. Как только импульс напряжения на выходе меняется от максимума в сторону уменьшения, цепь обратной связи разрывается и на конденсаторе запоминается его импульсное значение.

По истечении 8 мксек включается генератор разрядного тока и происходит разряд конденсатора. Если запомненная информация подлежит считыванию, на "Вх.упр." подается НИМ стандартный сигнал, который подается на базу транзистора Т3 (ГТ308). Т3 насыщается и на время действия управляющего импульса вход памяти перекрывается.

Импульс управления поступает также на транслятор уровня (транзистор Т2), собранный по схеме эмиттерного повторителя, затем на инвертор (1/4 МС1010), после чего поступает на схему "ИЛИ" (1/2 МС1004). Выходы последней поддерживают транзистор в закрытом состоянии. Следовательно, генератор разрядного тока на время действия импульса управления выключен.

Обратные токи транзисторов Т8 и Т12 частично компенсируют друг друга.

Как уже было отмечено, для нормальной работы ИС серии ЭСЛ, представителями которой являются МЕСЛ-2, необходим транслятор уровня "0" в минус $\sim 0,7$ в. Эту функцию выполняет эмиттерный повторитель (кремниевый транзистор Т1 п-р-п типа). На выходе памяти уровней необходимо привести в исходное состояние. Это осуществляется транзистором Т13 (кремниевый, р-п-п типа).

Для получения выходного нулевого уровня необходима пара транзисторов Т5 и Т6 с близкими β , величиной порядка 100. Транзисторы Т1 и Т13 также должны быть близкими по своим характеристикам.

Если выходной уровень имеет величину порядка нескольких десятков мв, его необходимо компенсировать сопротивлением R_0 , подключенным между источником питания - 12 и базой транзистора Т1.

Электронная аппаратура годоскопа.

Усилитель формирователь годоскопа.

Этот блок предназначен для усиления с дальнейшим формированием сигналов, получаемых с пропорциональных камер (рис.7). Длительность выходного импульса $8 \pm 0,5$ мксек.

Блок собран на микросхемах серии МЕСЛ-2. Как известно, за основу в этой серии (рис.8) взята схема дифференциального усилителя. Смещение вырабатывается схемой и равно - 1,175 в. Собственно усилитель собран на 2/4 МС1010 (двухходовая схема совпадений) и 1/4 МС1020.

Усилитель охвачен отрицательной обратной связью по постоянному току. Общий коэффициент усиления для коротких импульсов порядка 200. Смещение на третий каскад усилителя подается за счет падения напряжения на сопротивлении R_3 (для первого канала). Ёмкости С3, С5 и С4,06 создают обратную отрицательную связь,

предотвращая возбуждение усилителя на высоких частотах. Диоды Д1, Д2, Д3, Д4 защищают усилитель в случае пробоя в камере. В схеме предусмотрена интегрирующая цепочка R 5, С9. Сигнал с выхода усилителя подается на запуск одновибратора, собранного на 1/2 МС1014 (R-S триггер, синхронизируемый положительными импульсами), формирующего сигнал длительностью 8 мксек (цепочка R 7, С11).

С выхода одновибратора отрицательный импульс подается на вход схемы совпадений (1 ножка 1/4 ИС4), на второй вход которой поступает мастерный сигнал.

Сигнал с выхода схемы совпадений поступает на вход триггера (2/4 ИС5), собранного на двух схемах НЕ - И. Сброс триггера осуществляется сигналом "Сброс в 0".

Парафазный сигнал снимается на дифференциальный каскад (транзисторы Т3, Т4), который является транслятором уровней ЕСЛ - TTL.

Конструктивно блок выполнен на двухсторонней печатной плате размером 70 x 200 мм. На одной плате размещается четыре аналогичные схемы.

Основные технические данные:

Входное сопротивление - 1 КОМ.

Входной сигнал - 1,5 мВ

Длительность сформированных импульсов - $8 \pm 0,5$ мксек

Выходной сигнал - логический ("1" - +5в,
"0" - 0,1в)

Блок съема информации БЗ.

Этот блок предназначен для съема информации с координатных пропорциональных камер (рис.9). Одной та кой блок обслуживает три камеры, каждая из которых

имеет 16 выходов.

Вся информация, поступающая в блок БЗ и предназначенная для ввода в ЭВМ, разбивается на шесть групп (три камеры по две группы). Входы на чертеже (рис.10) обозначены следующим образом:

1 группа 1 камера $1_1 \div 1_8$ 2 группа 1 камера $11_9 \div 11_{16}$
 1 - 2 - $111_1 \div 111_8$ 2 - 2 - $1Y_9 \div 1Y_{16}$
 1 - 3 - $Y_1 \div Y_8$ 2 - 3 - $Y1_9 \div Y1_{16}$

Эти входы являются одним из входов двухвходовых схем совпадений К1ЛБ558 (с открытым коллекторным входом), на вторые входы которых подаются стробирующие сигналы последовательно 1, 2, 3, 4, 5, 6 с дешифратора.

Выходы интегральных схем со всех шести групп объединены по выходам и обозначены на чертеже А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, И.

Дешифратор работает по известному принципу и не может иметь существенных отличий от аналогичных устройств. В качестве схем совпадений использованы микросхемы К1ЛБ554.

Дешифратор выбирает следующие комбинации входных сигналов: $\bar{x}y\bar{z}$, $\bar{x}y\bar{z}$, $x\bar{y}\bar{z}$, $x\bar{y}z$, $x\bar{y}z$, $x\bar{y}z$, комбинации $x\bar{y}\bar{z}$, $\bar{x}y\bar{z}$ не использованы. Из этого (а также из рисунка) видно, что в исходном состоянии на входах \bar{y} и \bar{z} одновременно должны присутствовать логические "1". Только в этом случае на выходах $1 \div 6$ будут логические "0".

На осциллограммах дана форма сигнала на входах $\bar{x}_I \bar{y}_I \bar{z}_I$, $\bar{x}_{II} \bar{y}_{II} \bar{z}_{II}$, $x_{III} y_{III} \bar{z}_{III}$.

Считывание происходит с двух плат БЗ одновременно. Упаковка машинного слова представлена на том же рисунке.

Блок управления дешифратором годоскопа

Этот блок (рис.11) предназначен для получения сигналов, приведенных на рис.10. После этого рассмотрения становится ясным способ реализации: необходимо в первую очередь получить сигналы \bar{X}_T , \bar{Y}_T , \bar{Z}_T , а затем произвести сдвиг во времени.

Первая часть легко выполняется использованием пересчета на 3 на JK триггерах Тр1, Тр2 (КГТК551). \bar{Y}_T в готовом виде снимается с выхода Q1. \bar{Z}_T получается на выходе двухходовой схемы совпадений, входными сигналами которой являются Q1 и Q2. Сдвиг осуществляется на Т-триггерах (К1ТК552) Тр3 - Тр9.

Сигналы \bar{Y}_T и \bar{Y}_6 получаются на выходах двухходовых схем совпадений, входными сигналами которых являются инвертированный выход Q1 и выходы Q4 и Q9.

Сигналы \bar{Z}_T и \bar{Z}_6 получаются на выходах двукратных схем совпадений, входными сигналами которых являются инвертированный сигнал совпадения Q1, Q2 и сигналы Q4 и Q9.

Сигналы \bar{Y}_4 и \bar{Y}_6 и \bar{Z}_4 и \bar{Z}_6 в настоящее время не используются и являются резервными.

Блок аналогового коммутатора

Этот блок состоит, в основном, из двух частей: 2-х ступенчатого дешифратора и ключей аналоговых сигналов.

Первая ступень дешифратора состоит из двух групп, первая из которых собрана на ИС1 и ИС4 типа К1ЛБ557 (с открытым коллектором). Его входными сигналами являются $M_B(x)$, $1A_{Cи}$, $1P_{Cи}$ и их инверсные значения и стробированный импульс длительностью 8 мксек (рис.12,13). 1 группа является предварительным матричным дешифратором младших разрядов счетчика блока управления. Выходы его обозначены на

схема как а, в, с, d , е, f , g , h
(всего 8).

Вторая группа собрана на ИС6 \div ИС12 типа К1ЛБ551. На его входы подаются сигналы Ш_р АС τ , 1У_р АС τ , У_р АС τ и У1_р АС τ и их инверсные значения. 2 группа является также предварительным матричным дешифратором старших разрядов счетчиков блока управления. Выходы его обозначены как А, В, С, D, Е, F, Q, H, J, K, L, M, N, O, P (всего 16).

Выходы первой ступени объединяются при помощи схем совпадений второй ступени.

Выходы А \div Р через сопротивления соединены с базой транзисторов Т1 \div Т16. При логическом "0" на одном из выходов 2 группы дешифратора, соответствующий транзистор открывается, при этом связанная с коллектором шина подсоединяется, фактически, к источнику питания +5в через ограничивающее сопротивление 270 Ом.

В качестве коммутатора выбран прерыватель К1 К. С. А, имеющий следующие электрические параметры:
остаточное напряжение между эмиттерами не более 100мкв.
Ток утечки между эмиттерами не более - 40 ма

Динамическое сопротивление между эмиттерами-120 Ом

Ток электродов - 10 ма

Напряжение эмиттер-эмиттер -6,5 в

В схеме использован компенсированный ключ с последовательным включением транзисторов (рис.14).

Для управления ключом применяются малогабаритные импульсные трансформаторы МИТ-2. Для уменьшения влияния одного канала на другой и ликвидации обратного выброса применяются диоды Д10.

Выбор определенного канала производится подачей импульсного направления на обмотку 2-3 МИТ-2, включенную между вертикальной и горизонтальной шинами матрицы.

Конструктивно блок аналогового коммутатора выполнен следующим образом. В блоке типа "Вишня" собран дешиф-

ратор первой ступени. Вторая ступень, представляющая собой матрицу, смонтирована в 8 блоках типа "Вишня". Каким образом сделана разбивка матрицы дешифратора видно из принципиальной схемы (рис.14).

Селектор

Селектор (рис.15) вырабатывает основной мастерный импульс, разрешающий работу всех узлов установки. Он должен иметь возможность запускать установку в нескольких вариантах в зависимости от поставленной физической задачи:

1. Энергия ядерно-электронного каскада в калориметре выше порогового значения (это условие является основным во всех вариантах измерений). В этом случае установка регистрирует все частицы (нейтральные, заряженные, одиночные с сопровождением и т.д.) в широком диапазоне зенитного угла.

2. Разрешается запуск установки при обязательном присутствии импульсов, подтверждающих прохождение частиц через годоскоп и калориметр. В этом случае установка регистрирует только заряженные частицы с сопровождением и без него.

3. Установка срабатывает при прохождении частицы с малым сопровождением. Это условие выполняется, когда через годоскоп проходит заданное $\leq n$ число частиц ($n = 1, 2, 3, \dots$).

4. В запуске установки участвуют импульсы, подтверждающие работу минимум трех рядов пропорциональных камер РПИ-детектора.

5. Для определения оси ядерно-электронного каскада, а также угла входа частицы в калориметр, одновременно с условием энерговыделения равного или больше порогового для запуска установки требуется условие прохождения каскада через n рядов калориметра.

Отбор кратности рядов. Импульсы, подтверждающие наличие ливня в данном ряду калориметра, поступают на две шестивходовые схемы сумматоров (Σ_1, Σ_2), выходы которых подключены к третьему сумматору (Σ_3) на выходе Σ_3 импульс кратен суммарному импульсу всех сработавших рядов. Дискриминатором D_3 выбирается порог кратности, т.е. на выходе дискриминатора есть логический импульс, если срабатывает заданное число рядов. После формирования импульс длительностью 30 мксек подается на схему совпадения CC_2 основного мастера.

Канал предварительного (быстрого) мастера. Необходимость быстрого мастера с 5 ± 8 микросекундной задержкой относительно момента прохождения частицы обусловлена требованием фиксации импульсов от КПК и АПК до основного мастера. Быстрый мастер вырабатывается чаще и не всегда сопровождается подтверждением основного мастера.

При пороге срабатывания установки 400 Гэв быстрый мастер вырабатывается при 100 Гэв. В тех случаях, когда быстрый и основной мастер формируются от одного события, наличие быстрого мастера резко уменьшает наложение случайных импульсов в блоках памяти КПК и АПК от других частиц.

Фиксация импульсов от КПК и АПК быстрым мастером происходит по следующей схеме в селекторе. Сигнал с ОСУ поступает на дискриминатор D_1 , на котором выставляется порог по энергии, формируется на Φ_1 длительностью 30 мксек и поступает на схему совпадения CC_1 . На выходе CC_1 формируется быстрый мастер при отсутствии блокировки с интерфейса или основного мастера, а также наводочного канала. Быстрый мастер через формирователь Φ_5 и разветвитель P_5 управляет памятью КПК. Через разветвители P_1 и P_2 формируется (Φ_6) импульс длительностью 25 мксек, который через схему ИЛИ 2 и разветвитель P_4 управляет памятью АПК.

В то же время импульс с выхода P_2 с задержкой 30 мксек /31/ поступает на схему совпадения CC_3 . На выходе CC_3 появляется импульс только в том случае, если нет подтверждения основного мастера. Далее формируется (Φ_8) импульс длительностью 3 мксек и через схему ИЛИ 3 и разветвитель P_3 поступает на сброс памяти КПК. Импульс сброса памяти КПК в случае подтверждения основного мастера подается в конце регистрации с интерфейса. С выхода CC_1 через разветвитель P_1 быстрый мастер подается на схему совпадения CC_2 .

Сигнал с ОСУ, соответствующий 1/4 сигнала, поступающего на канал предварительного мастера, после дискриминатора D_2 , на котором устанавливается порог по энергии, формируется Φ_2 и подается на вход схемы совпадения CC_2 . При наличии сигналов на всех трех входах CC_2 на её выходе появляется основной мастерский импульс. Четвертый вход CC_2 предназначен для подачи импульса с годоскопа в том случае, когда годоскоп участвует в формировании мастера. Основной мастер через формирователь Φ_7 и разветвители P_7 и P_8 управляет блоком калориметрического мастера (БКМ), продлевает на все время регистрации импульс управления памятью АПК и запрещает сброс на память КПК. Кроме того с мощного выхода Φ_7 запускается интерфейс.

Селектор также управляет работой блока калибровки.

Система связи с ЭВМ (интерфейс). Интерфейс предназначен для выполнения следующих основных функций:

1. Обеспечение передачи информации со всех детекторов в ЭВМ;

а) передача информации в двоичном коде с памяти годоскопа в выходной регистр интерфейса с последующим переводом её во входной регистр ЭВМ;

б) последовательный опрос коммутатором АПК ячеек памяти, перевод аналоговой информации в двоичный

код, передача её в выходной регистр интерфейса с последующим переводом в ЭВМ;

в) последовательный опрос коммутатором ИК ячеек памяти, перевод аналоговой информации в двоичный код, передача её в выходной регистр интерфейса с последующим переводом в ЭВМ.

2. Управление работой селектора и вводом информации в ЭВМ.

3. Блокировка установки на время регистрации.

4. Ввод служебной информации в ЭВМ (календарь, время и т.д.)

Структурная схема интерфейса приведена на рис.16.

Мастерный импульс, вырабатываемый селектором в момент, когда происходит полезное событие, подается на блок управления интерфейса (1). В блоке управления формируются импульсы:

1. блокировки всей установки на время регистрации;

2. подготовки ЭВМ к приёму информации (импульс начала в ЭВМ);

3. сброса адресного счетчика (6);

4. разрешения записи служебной информации;

5. разрешения запуска быстрого генератора;

6. разрешения записи информации с КИК и АПК;

7. разрешения запуска медленного генератора и записи информации с ИК;

8. импульс конца приёма информации в ЭВМ.

После импульса начала в ЭВМ с задержкой в 2 мсек, необходимой для подготовки ЭВМ к приёму информации, служебная информация, содержащая 32 разряда, через соответствующие клапаны (15), разрешение на которые подается с селектора блока управления (2),

параллельно передается в 36 разрядный выходной регистр (16). Выходной регистр состоит из четырех 9 разрядных регистров, передача информации в которые осуществляется синхронизатором-распределителем записи [5], управляемым двумя младшими разрядами адресного счетчика и селектором блока управления. После заполнения выходного регистра вырабатывается сопровождающий импульс разрешения записи в ЭВМ и содержимое регистра через конверторы ТТЛ - "Напри-2" [17] переводится в сумматор ЭВМ.

После окончания записи служебной информации селектор блока управления подключает к работе тактовый генератор [4]. Тактовый генератор состоит, фактически, из двух генераторов. Первый генерирует импульсы частотой $T = 140$ мксек для быстрого считывания информации с памяти КПК и АПК. Второй генерирует импульсы с меньшей частотой ($T = 1,5$ мсек) для считывания информации с памяти ИК. Переключение генераторов осуществляется селектором блока управления.

Тактовые импульсы генератора пересчитываются адресным счетчиком [6], который управляет работой коммутатора АПК и дешифратора коммутатора на герконах.

Импульсы с быстрого тактового генератора и селектора блока управления поступают на коммутатор КПК [7], где дешифруются и обеспечивают передачу информации с памяти КПК в двоичном коде в выходной регистр в два приёма по 16 разрядов; каждое заполнение регистра соответствует считыванию с двух камер.

Следующим к работе подключается линейный коммутатор АПК [8], который управляется селектором блока управления, тактовым генератором и адресным счетчиком. Аналоговая информация с памяти АПК поступает на блок амплитудного преобразователя БАП (П). Выработанный БАПом дуг считается 9 разрядным счетчиком [12] и параллельно передается в выходной регистр через соответствующие клапаны. Каждое заполнение регистра

соответствует считыванию с четырех каналов АПК.

Последней передается в ЭВМ аналоговая информация с долговременной памяти ИК, когда селектором блока управления подключается к работе медленный генератор и коммутатор на гармонах [10]. Эта информация поступает в БАП через переходный блок-делитель [14], в котором регистрируемый потенциал в пределах $300 \text{ в} \div 150 \text{ в}$ делится в 15 раз, так как БАП анализирует потенциалы от 20 мв до 10 в. Переключение входа БАПа с выхода коммутатора АПК на выход коммутатора ИК осуществляется переключателем коммутаторов [10].

Так как во время отсутствия события на ёмкостях памяти ИК возможно накопление заряда, который при полезном событии будет вносить погрешность в измерение амплитуды импульса, в схеме интерфейса предусматривается так называемый "дворник" [12], который через определенное время будет разряжать ёмкости. "Дворник" управляется часами и блокируется на время регистрации блоком управления.

Схема блока управления и селектора интерфейса приведена на рис.17, а временные диаграммы - на рис.18.

До прихода мастерного импульса разрешение на выработку управляющих импульсов, необходимых для работы "дворника", поступает с выхода триггера [2], который перебрасывается импульсами с часов. Когда происходит полезное событие, на вход триггера [1] поступает МИ, который перебрасывает его в другое устойчивое состояние. "Дворник" блокируется. В этом состоянии триггер находится на все время регистрации до прихода импульса с последнего, девятого, разряда адресного счетчика, который перебрасывает триггер [1] в исходное состояние и разрешает работу "дворника". После прихода МИ на выходе 3 триггера [1] появляется положительный импульс "прерывания", который сохраняется до конца регистрации. Этот импульс "прерывания" пос-

тупает на селектор и блокирует установку от дальнейшего срабатывания на все время регистрации. По переднему фронту этого длинного импульса формируется импульс начала работы ЭВМ длительностью 3 мксек. Импульс конца работы ЭВМ длительностью также 3 мксек формируется по заднему фронту импульса "прерывания" с задержкой ~ 70 мксек, необходимой для полного приёма информации в ЭВМ. Импульс "прерывания" задерживается на 2 мсек для того, чтобы ЭВМ успела подготовиться к приёму массива и далее еще на 10 мксек, которые необходимы для приёма служебной информации, которая передается в первую очередь. Триггер [3] формирует импульс сброса на адресный счетчик длительностью 2 мсек. Задержанный на 2,01 мсек сигнал "работа" разрешает запись в выходной регистр информации с КПК, АПК и ИК. Одновременно этот же сигнал поступает на дешифратор селектора блока управления, управляемый разрядами адресного счетчика. Разрешение на считывание информации с КПК длится первые 64 такта работы адресного счетчика, с АПК - следующие 64 такта, а на оставшиеся 384 такта разрешается считывание информации с ИК. Выборка сопровождающих сигналов для записи в ЭВМ с соответствующих детекторов осуществляется разрядами адресного счетчика, импульсами с селектора блока управления ("А" и "F") дешифратором.

На рис.19 приведена схема тактового генератора и синхронизатора - распределителя записи, а на рис.20 - временные диаграммы работы быстрого и медленного генераторов.

Быстрый генератор запускается импульсом "С" с селектора блока управления. Длительность разрешающего импульса "С" (150 мсек) обеспечивает выдачу быстрым генератором 128 тактовых импульсов длительностью ~ 70 мксек, амплитудой $3 \div 4$ в. Адресный счетчик с каждым тактом через соответствующие дешифраторы и коммутаторы передает в БАП очередную

информацию для анализа. Для экономии тактов адресного счетчика в схеме предусмотрена передача информации с двух каналов в БАП для анализа за один такт работы счетчика. Следовательно, импульсы запуска БАПа должны иметь удвоенную частоту по сравнению с тактовыми импульсами. Запуск БАПа осуществляется с задержкой в 1 мксек относительно стробирующего импульса (а5) на дешифратор аналогового коммутатора АПК. Удвоение и задержка осуществляются элементами 3/3-11/, 2/2-8, 2-6/, 4/4-6, 4-12, 4-8/, 5/5-3/ и 9/9-8/. Во время работы быстрого генератора на выходе элемента 3/3-8/ держится отрицательный потенциал, который прекращается после 128 такта и на выходе элемента 3/3-8/ формируется короткий импульс разрешения запуска медленного генератора.

С задержкой 1,5 мсек после разрешения с селектора блока управления ("В") медленный генератор начинает выдавать импульсы с периодом 1,5 мсек, длительностью 0,5 мсек и амплитудой 4 в. Логика опроса информации с ИК выполняется следующим образом. По переднему фронту каждого тактового импульса с задержкой в 1 мксек формируется импульс запуска БАПа /9-8/, а по заднему фронту с задержкой в 1 мксек - тактовые импульсы на адресный счетчик. Каждый тактовый импульс посредством адресного счетчика и коммутатора на герконах опрашивает один канал ИК.

Кроме того, импульсы тактового генератора с выхода элемента 7/7-11/ управляют переключением половинок плат медленного коммутатора 2 x 16, а с выхода элемента 8/8-11 / - работой быстрой ступени коммутатора на герконах. После опроса каждой запоминающей ёмкости памяти, который длится 1,2 мсек, включается геркон разрядки, управляемый импульсами с выхода элемента 7/7-6/. Таким образом осуществляется последовательная разрядка ёмкостей памяти во время опроса.

Синхронизатор-распределитель записи выбирает очередной девятиразрядный регистр для записи информа-

ции в него и при заполнении 36 разрядов осуществляет передачу данного слова в ЭВМ.

Коммутатор ИК состоит из двух ступеней - коммутатора 2 x 16 (рис.21) и "быстрой" (рис.22). Запоминающие ёмкости памяти ИК подсоединены ко входам коммутатора 2 x 16, т.е. к одному концу контакта геркона. Каждая плата осуществляет снятие информации с 32 каналов одного ряда ИК/31 усилитель и один сумматор ряда/ и состоит из двух управляемых половинок по 16 герконов в каждой. Выбранный нами вариант двухступенчатой коммутации большого количества каналов (~ 400) посредством герконов выгодно отличается от поочередного опроса: оперативность коммутации и экономичность технического осуществления.

Переключение половинок плат коммутатора 2 x 16 осуществляется схемой переключателя поочередной подачей импульсов на входы I и II (эмиттеры ГТ402) при наличии на выходе III разрешения на выбор платы с дешифратора. При этом замыкаются одновременно все 16 герконов первой или второй половинки платы, выходы которых непосредственно подсоединены ко входам быстрой ступени коммутатора. В исходном состоянии герконы быстрого коммутатора разомкнуты и замыкаются они поочередно импульсами с дешифратора (на базы МП26Б) при наличии разрешения со схемы переключателя. С выхода быстрой ступени коммутатора информация с каждого канала ИК передается в БАП для анализа.

Калибровка измерительной электроники.

Для проверки работоспособности всех узлов установки предусмотрен блок калибровки (рис .23).

Отбор интересующих нас событий производится селектором на основе калориметрических данных (энергия, число сработавших рядов, отсутствие наводки). Поэтому, чтобы вызвать срабатывание установки, необходимо подать на входы калориметрических усилителей заряды, эквивалентные определенному числу релятивистских час-

тиц, прошедших через камеру. Так, например, чтобы вызвать срабатывание дискриминатора ряда, порог которого 90 частиц на ряд, необходимо подать на камеры заряд, равный $Q_p = 90 Q_1$, где Q_1 - заряд, получающийся в одной камере при прохождении через неё одной релятивистской частицы. Ввиду идентичности каналов и линейности системы усилитель-сумматор способ распределения заряда Q_p внутри ряда не играет роли и мы подаем для его имитации на каждую камеру $Q_{pi} = Q_p / n_p$, где n_p - число камер в ряду 31. Величина Q_1 определяется расчетным путем для данного газа, давления и геометрии камеры. Для наших камер при наполнении аргоном до давления 5 атм. она составляет $Q_1 \approx 5 \cdot 10^{-16}$ к.

Чтобы вызвать срабатывание дискриминатора предварительного мастера (ПМ) при энергетическом пороге установки $E_0 = 400$ Гэв и, соответственно, энергетическом пороге предварительного мастера $E_{пм} = 100$ Гэв, необходимо наличие в калориметре ~ 1500 частиц, т.е. на каждую камеру следует подать заряд $Q_{пм} = \frac{1500 \cdot Q_1}{370}$ (~ 370 камер в калориметре), а для выработки основного мастера (ОМ) и срабатывания установки

$$Q_{ом\sigma} = \frac{1500 \cdot 4}{370} .$$

Необходимый для этого пороговый заряд вводится на вход усилителя через специальную градуировочную ёмкость $C = 7,5$ пФ. С погрешностью менее 0,5% мы можем считать, что $Q_{сг} \approx U_c \cdot C$. Зная величину C и учитывая, что все они идентичны, мы легко переведем амплитуду импульса в вольтах на градшине в число частиц на входе усилителя.

Для целей калибровки и проверки электроники установки изготовлен калибровочный генератор (рис.24), имеющий три выхода для калибровки соответственно: ионизационного калориметра, аналоговых пропорциональных камер и годоскопа. Чтобы упростить задачу и исключить возможность ошибок, в генераторе имеется делитель напряжения с фиксированными положениями, откалиброванными сразу в числе частиц. Девять положений переключателя обеспечивают как установку всех порогов калориметра, АПК и КПК, так и перекрытие всего рабочего диапазона амплитуд детекторов для проверки линейности систем. Десятое положение переключателя служит для проверки систем на уровень шума, процент случайных совпадений и т.д. когда на входы каналов не подается никакого сигнала, а селектор и вся установка запускаются искусственно подачей логических сигналов в соответствующие цепи селектора. Генератор имеет как ручной запуск (от кнопки), так и автоматический с регулируемой частотой 1 ± 100 гц. Для установки порогов имеются светодиодные индикаторы, сигнализирующие вспышкой о том, что импульсный уровень сигнала превысил пороговую величину.

Предусмотрена возможность отключения интерфейса и ЭВМ. Во время калибровки установка блокируется от случайных срабатываний. Делитель генератора питается от прецизионного генератора стандартной амплитуды. Форма сигналов калибровочного генератора соответствует форме рабочих сигналов с данного вида генератора.

В заключение выражаем глубокую благодарность директору Ереванского завода "Электрон" Карапетяну Г.С. за постоянную техническую помощь, профессору Амагунни А.Ц., профессору Матиняну С.Г. за постоянный интерес и представление возможности выполнения данной работы, доктору физ.-мат. наук Мамиджаняну Э.А. за стимулирующее обсуждение, Гюлезяну М.Х. и Тепояну Л.О. за помощь в реализации экспериментальных работ и сотрудникам ЕФИ

Киримеджяну С.Х., Мелкумян Л.Г., Оганесян А.А., Оганесяну А.Г., Мурадяну В.А. за помощь в осуществлении данной работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.В.Авакян и др. Изв.АН СССР, сер. "Физическая" 40, 5, 1976.

Рукопись поступила 14-го июля 1977 г.

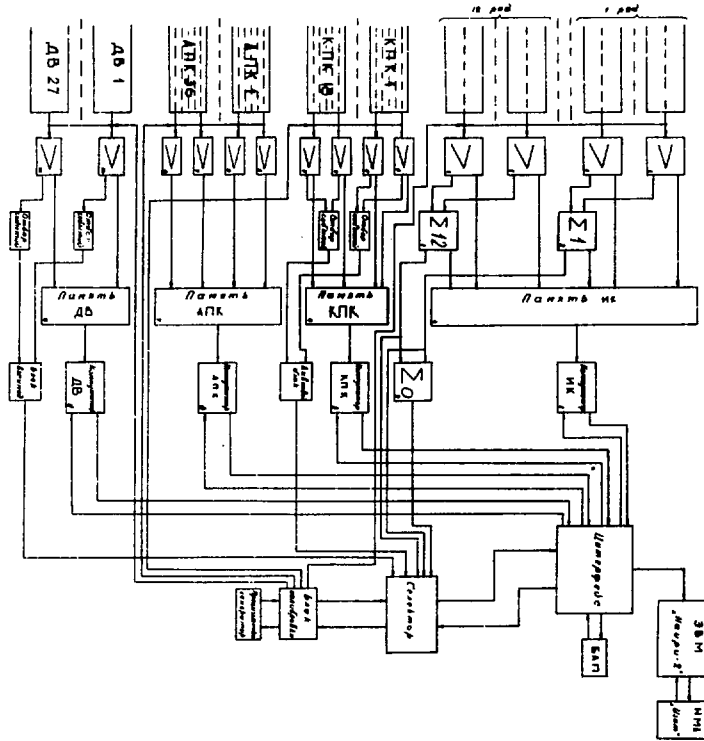


Рис.2

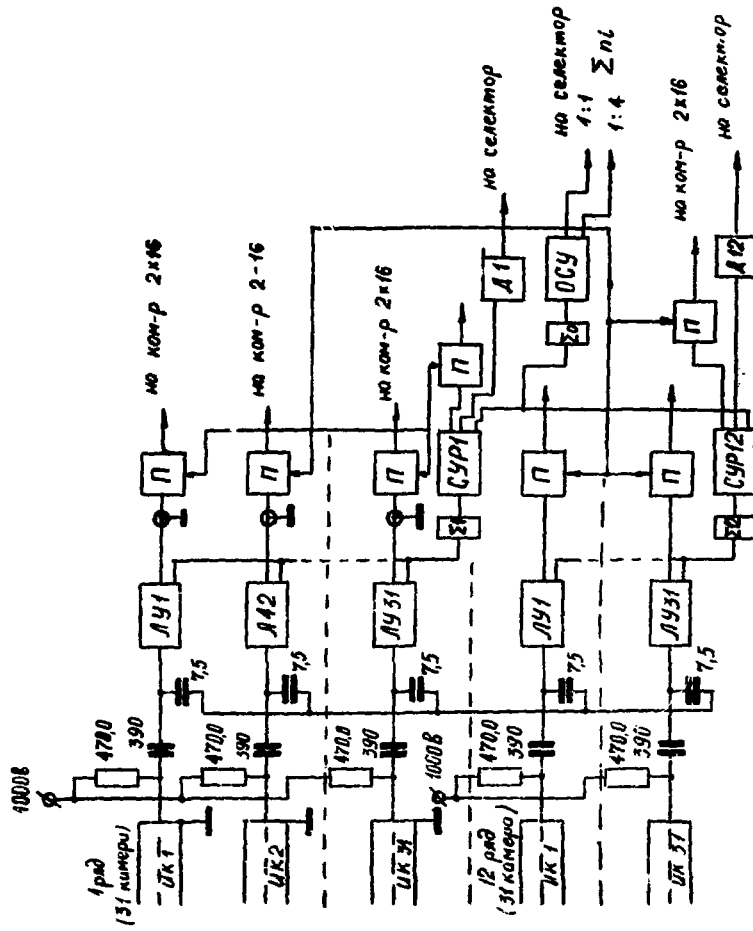


Рис.3

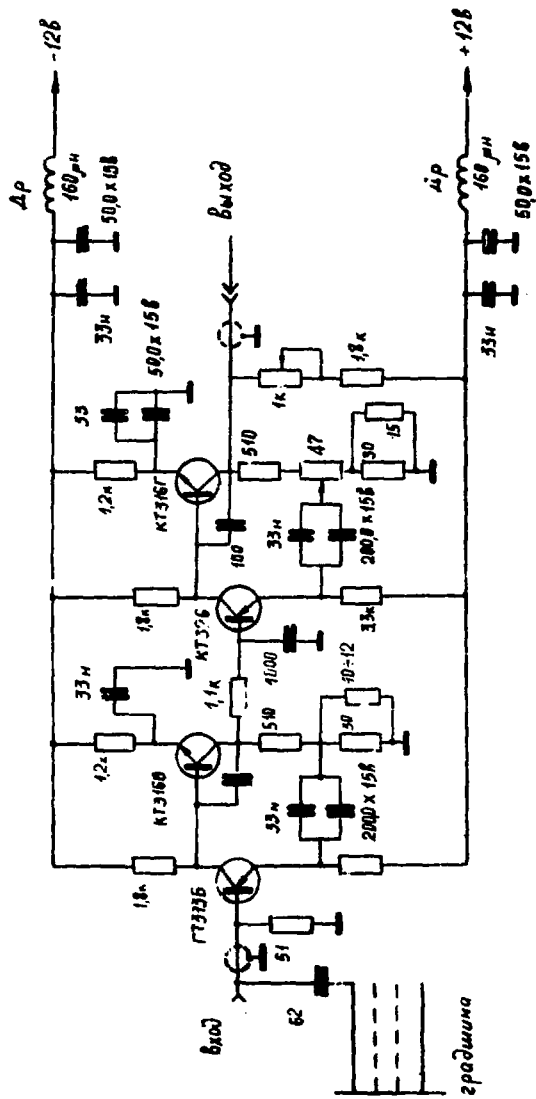
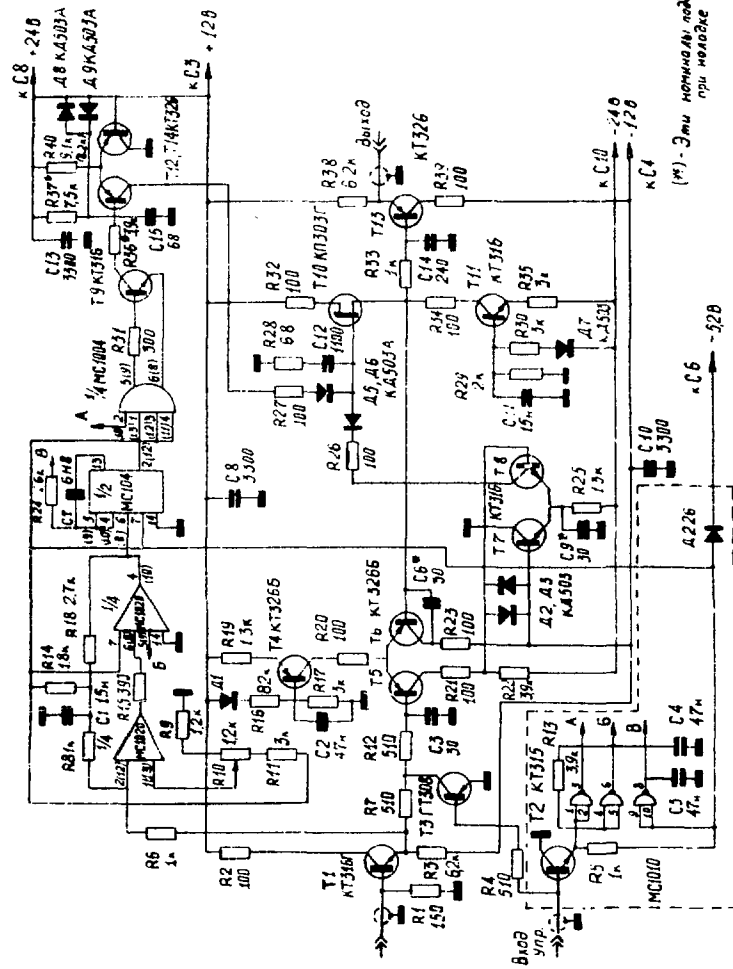
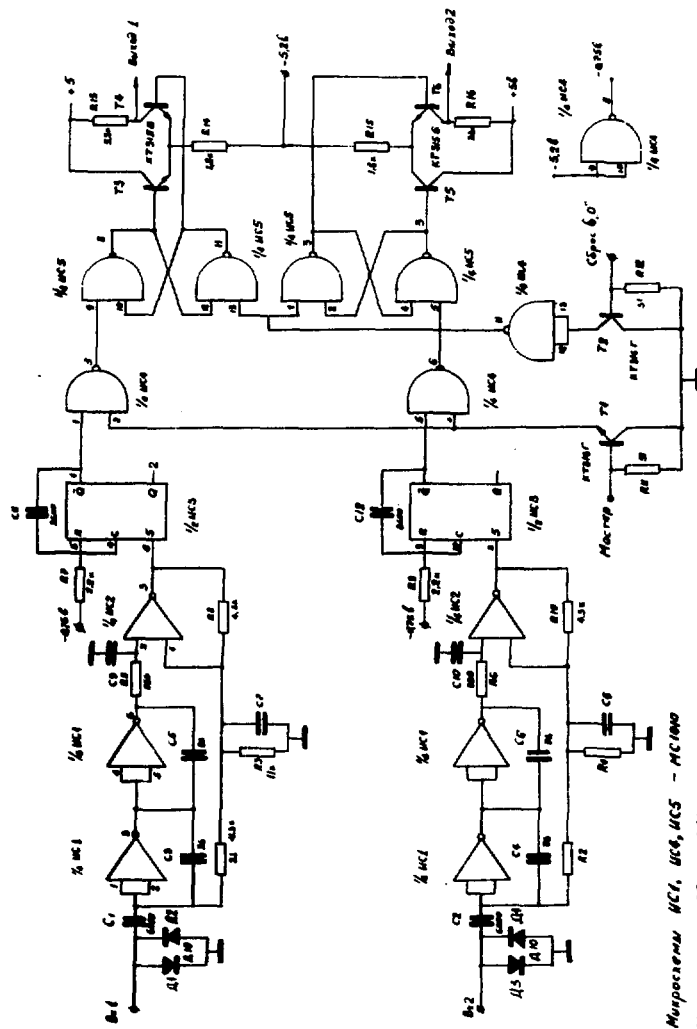


Рис.5



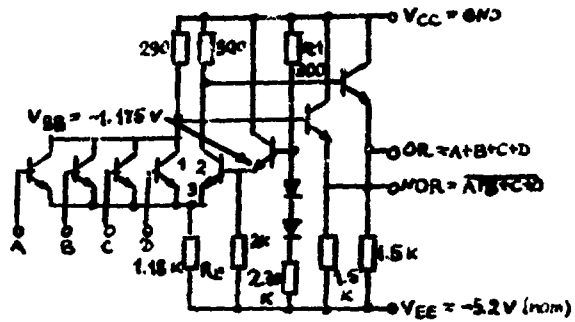
Микроэлемент ИС1010 - одно из 4-х каналов

Рис.6

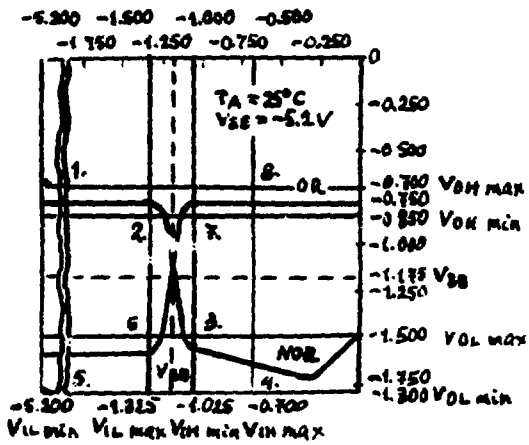


Микросхема ИС1, ИС6, ИС5 - МС1000
 Микросхема ИС2 - МС1080
 Микросхема ИС3 - МС1004

Рис. 7



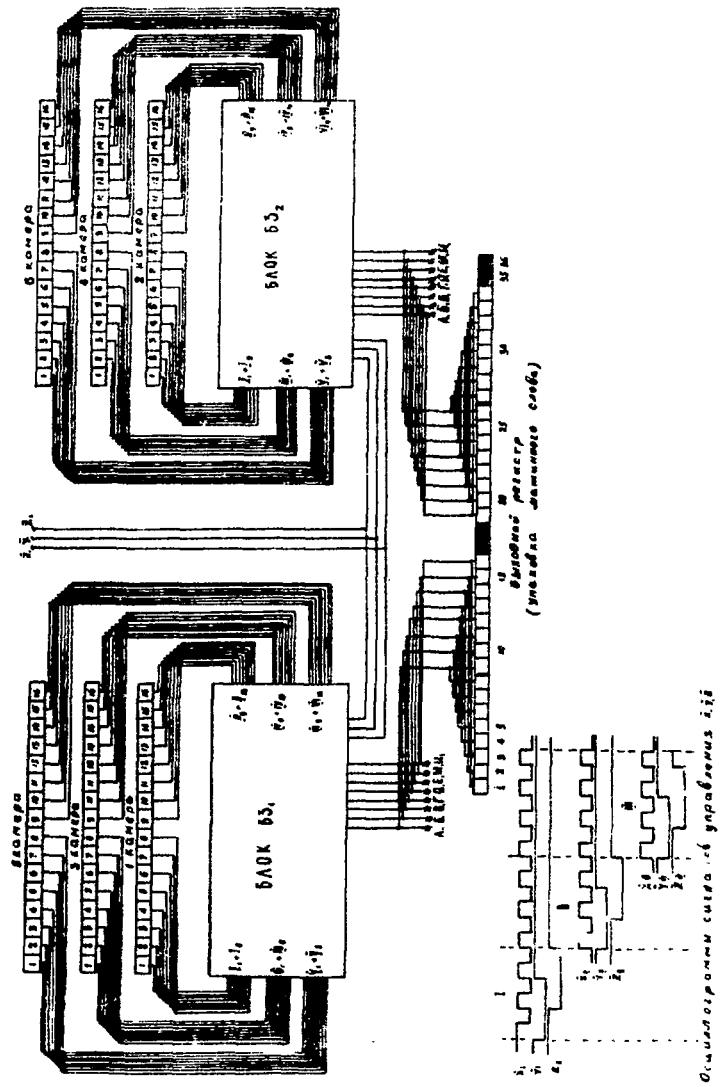
Базовые ворота MECL-II



Передаточные характеристики

Рис. 8

СХЕМА СЕРВИС ИНФОРМАЦИИ С ЛИБ. КАНОД.



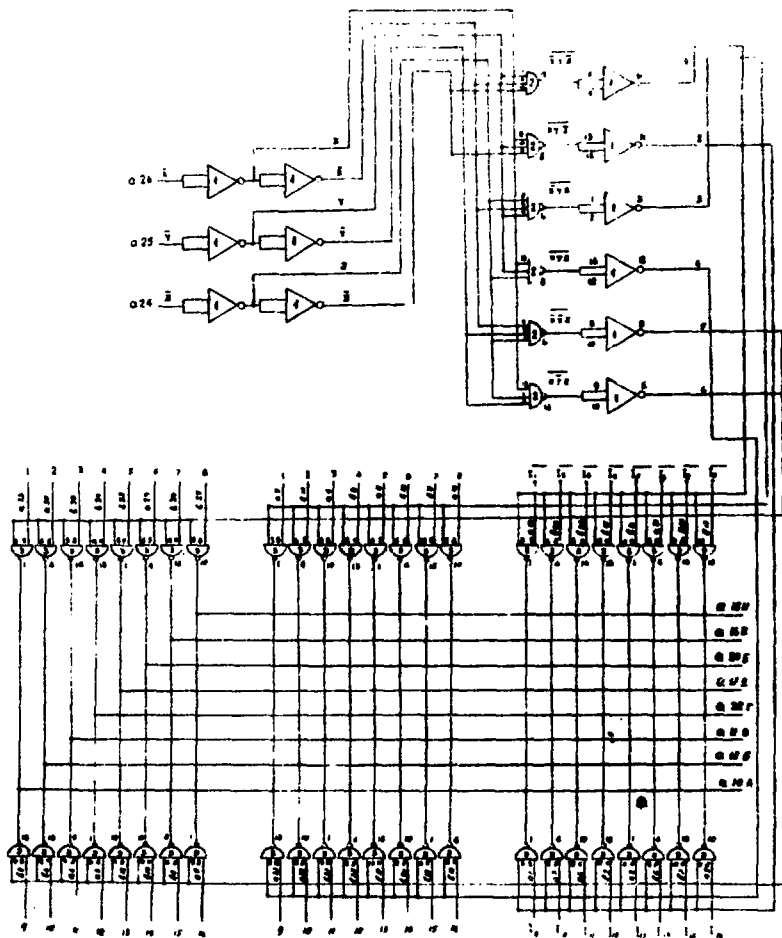


Рис.10

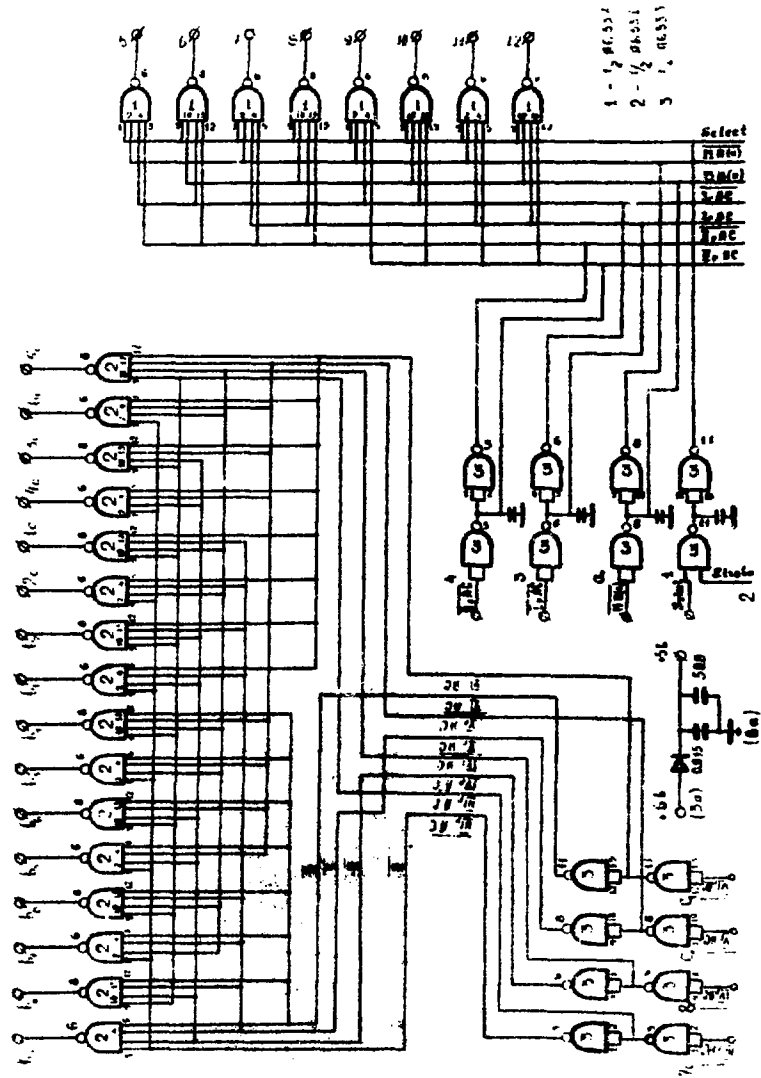
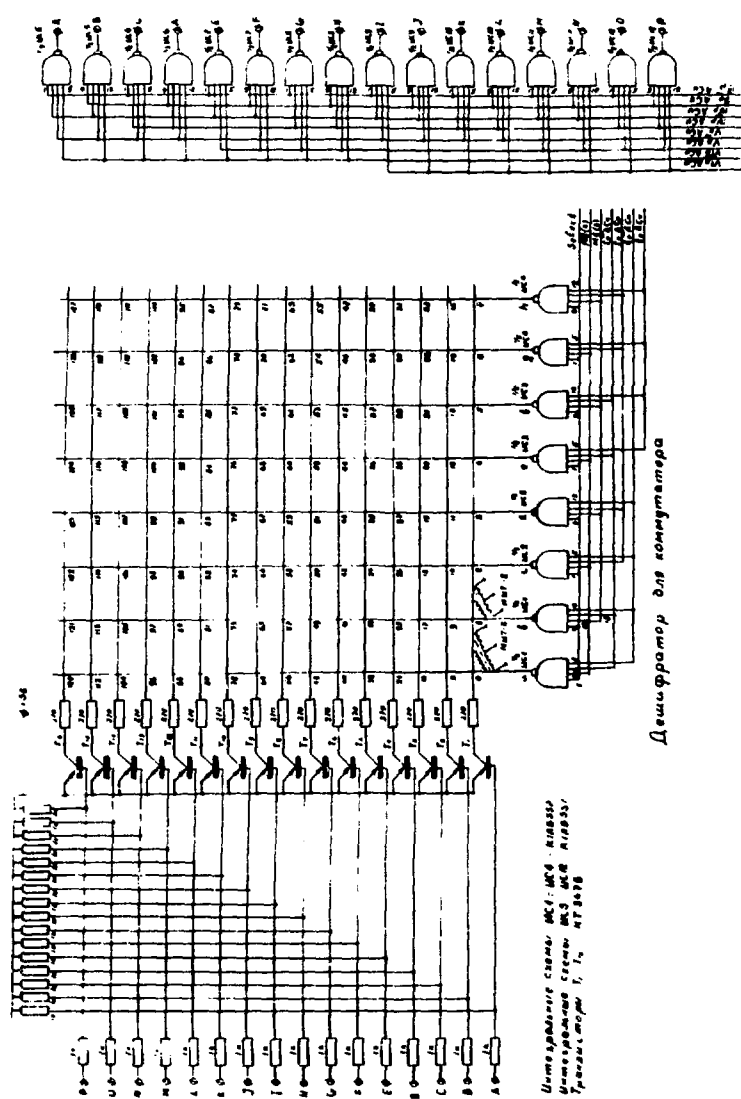


FIG. 12



Исполнительные схемы МКЭ: МКЭ - 110000
 Исполнительные схемы МКЭ: МКЭ - 110001
 Транзисторы Т-1, Т-2, Т-3, Т-4, Т-5, Т-6, Т-7, Т-8, Т-9, Т-10, Т-11, Т-12, Т-13, Т-14, Т-15, Т-16, Т-17, Т-18, Т-19, Т-20, Т-21, Т-22, Т-23, Т-24, Т-25, Т-26, Т-27, Т-28, Т-29, Т-30, Т-31, Т-32, Т-33, Т-34, Т-35, Т-36, Т-37, Т-38, Т-39, Т-40, Т-41, Т-42, Т-43, Т-44, Т-45, Т-46, Т-47, Т-48, Т-49, Т-50, Т-51, Т-52, Т-53, Т-54, Т-55, Т-56, Т-57, Т-58, Т-59, Т-60, Т-61, Т-62, Т-63, Т-64, Т-65, Т-66, Т-67, Т-68, Т-69, Т-70, Т-71, Т-72, Т-73, Т-74, Т-75, Т-76, Т-77, Т-78, Т-79, Т-80, Т-81, Т-82, Т-83, Т-84, Т-85, Т-86, Т-87, Т-88, Т-89, Т-90, Т-91, Т-92, Т-93, Т-94, Т-95, Т-96, Т-97, Т-98, Т-99, Т-100

Дешифратор для компьютера

Fig. 10

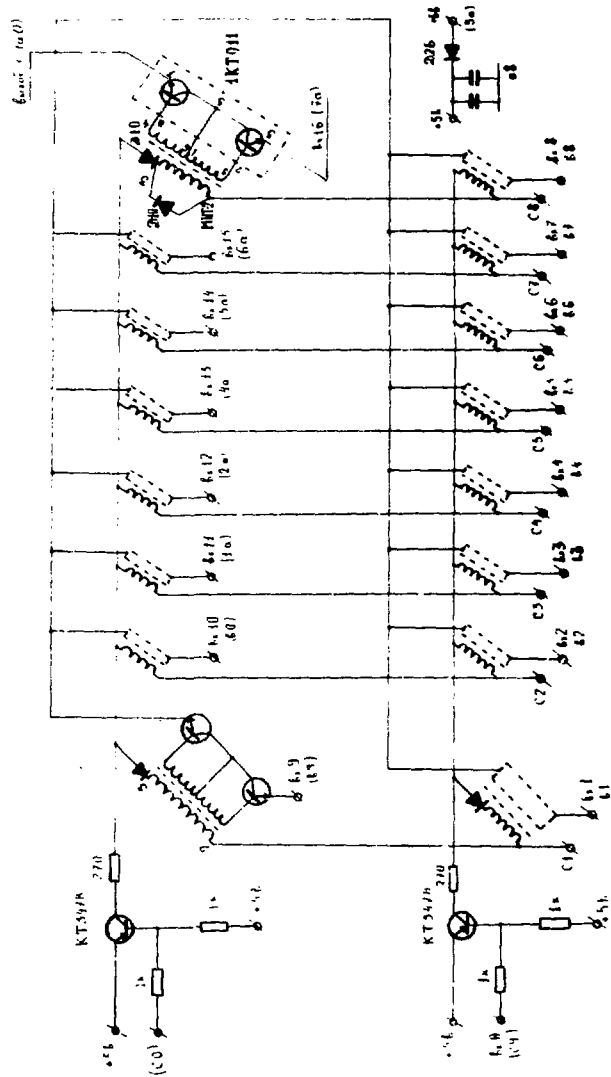


Рис. 14

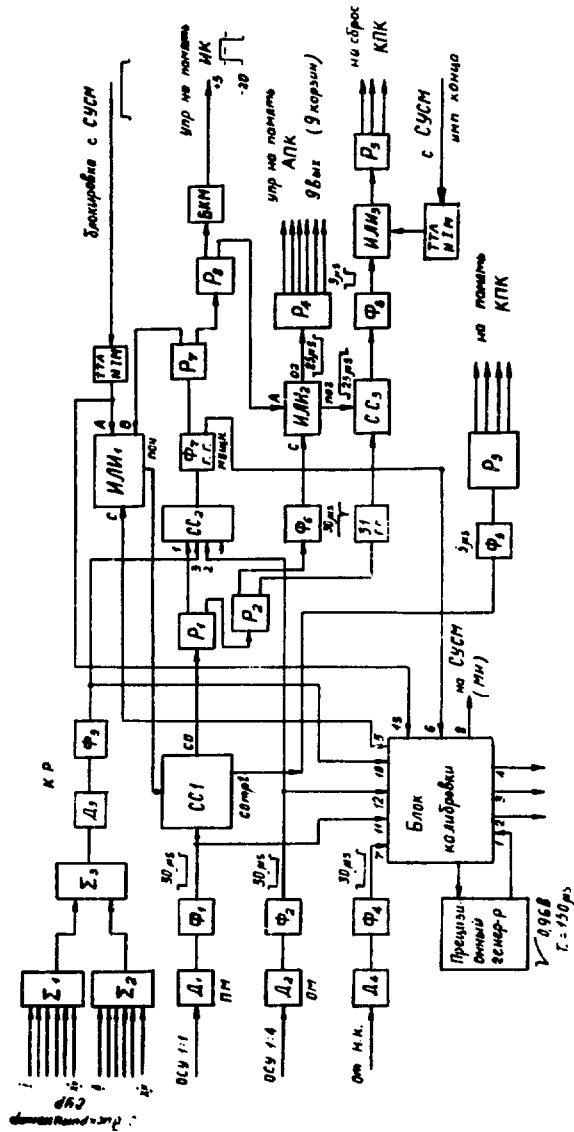


Рис. 15

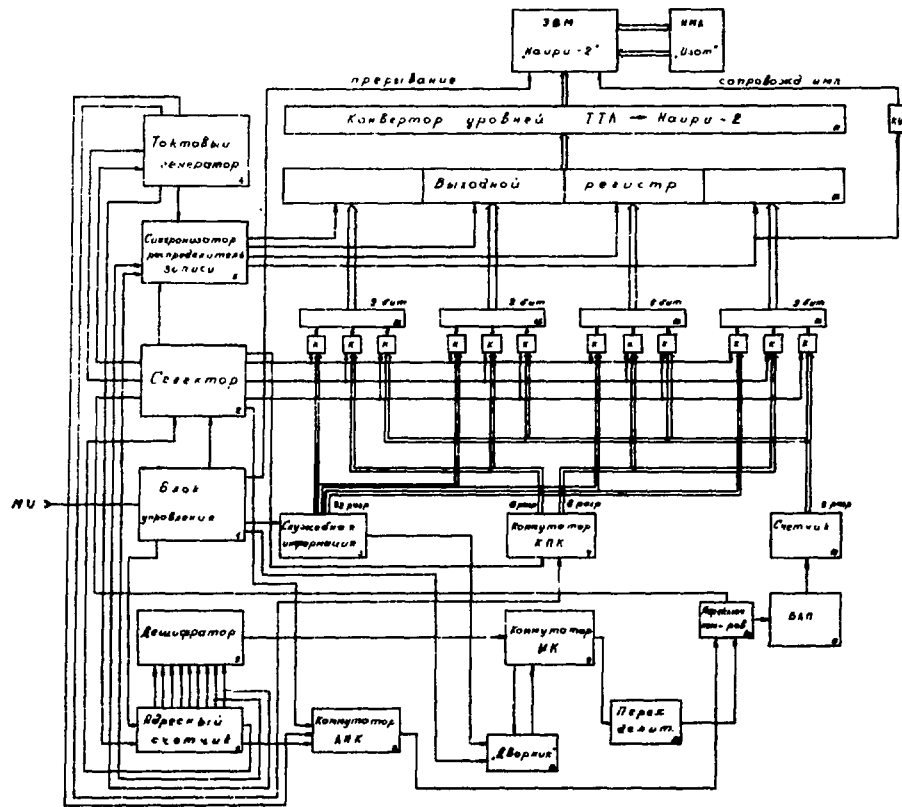
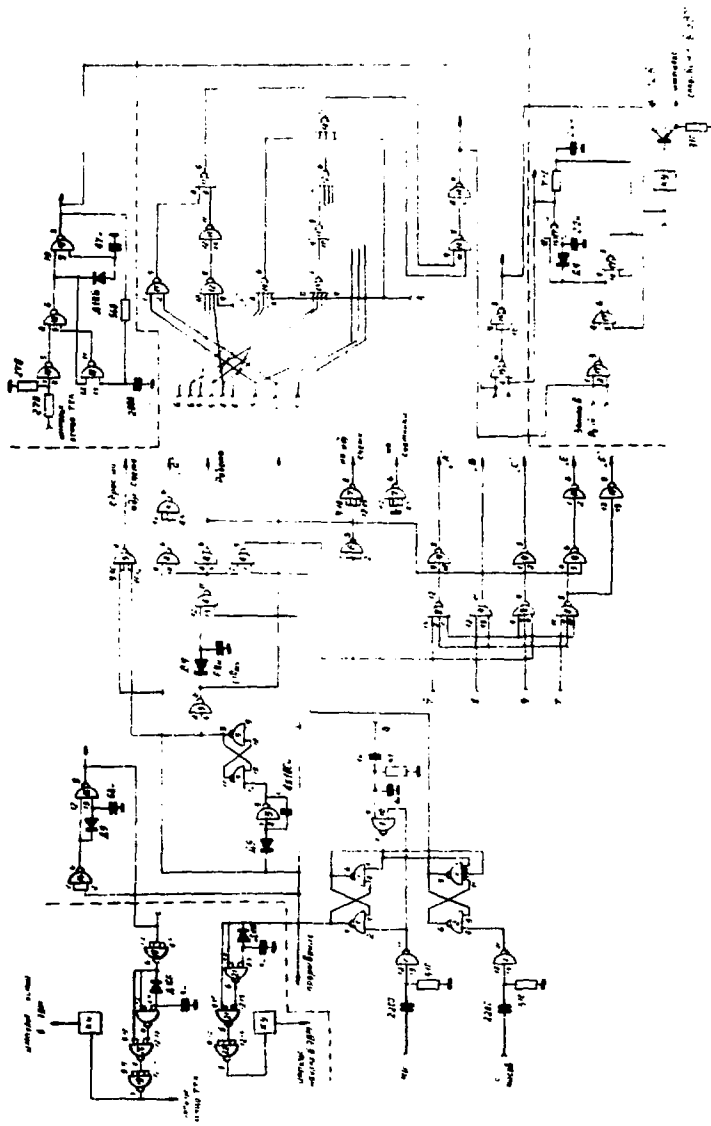


Рис.16



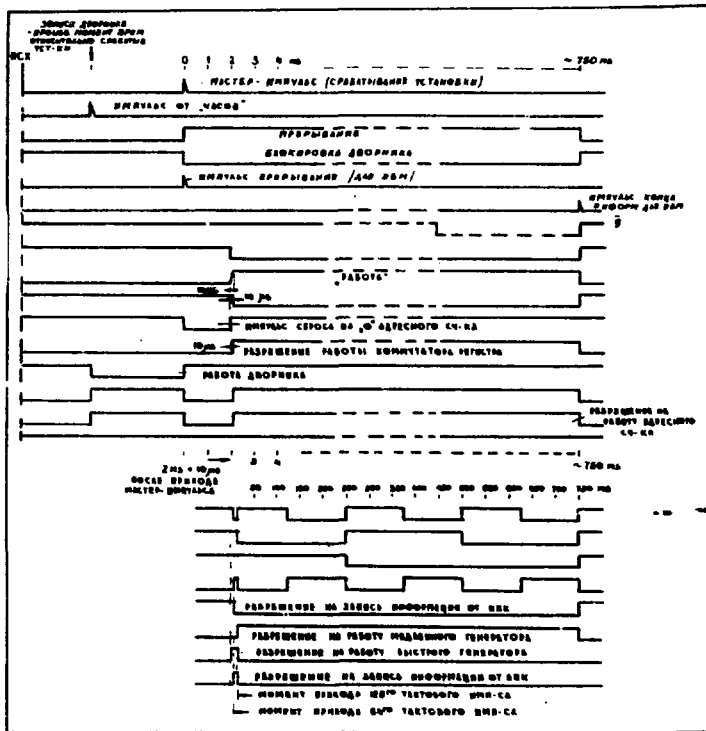


Рис.18

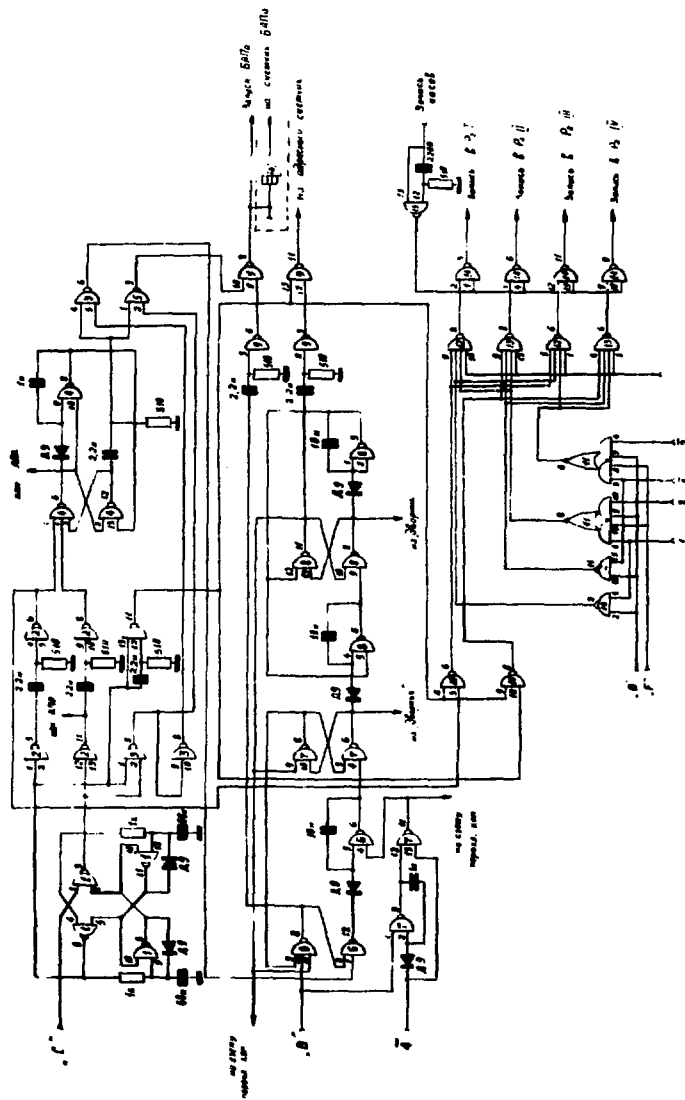


Рис. 19

11
 10
 9
 8
 7
 6
 5
 4
 3
 2
 1

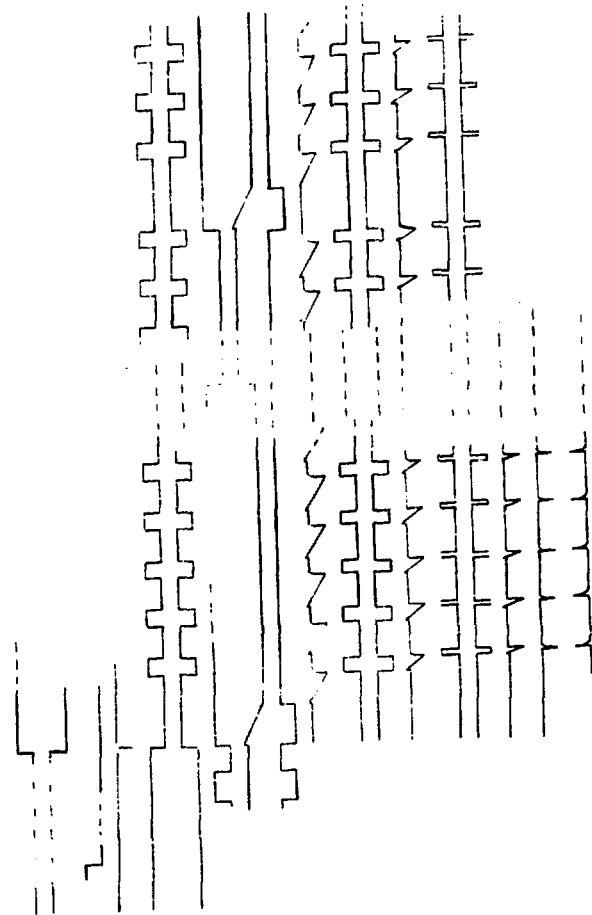
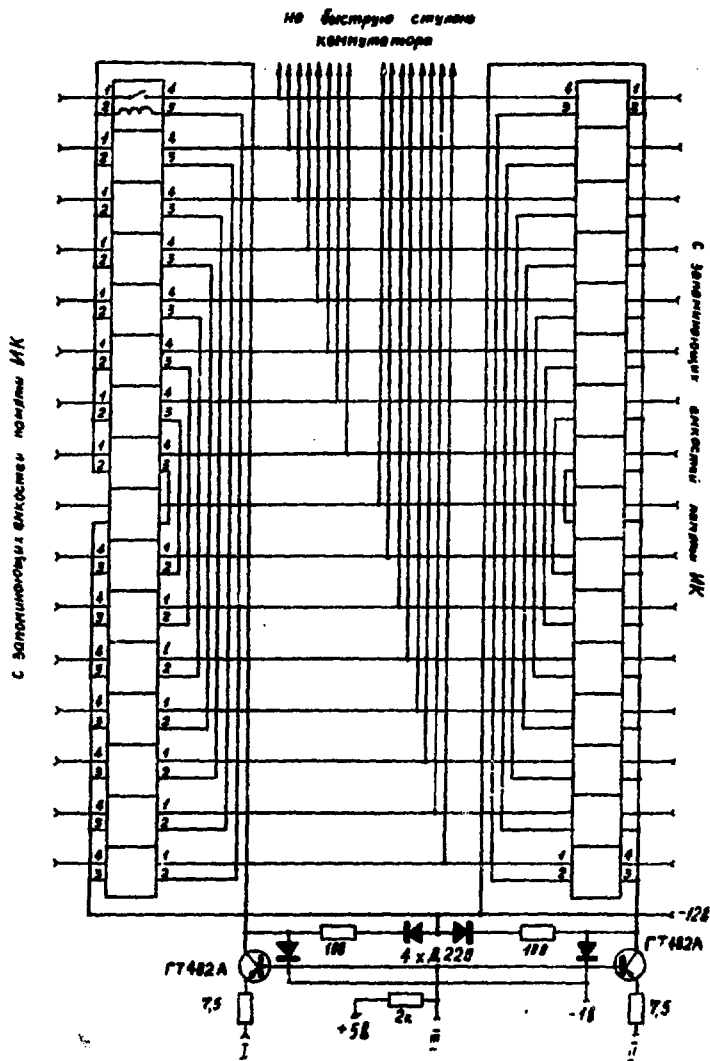


Рис. 20



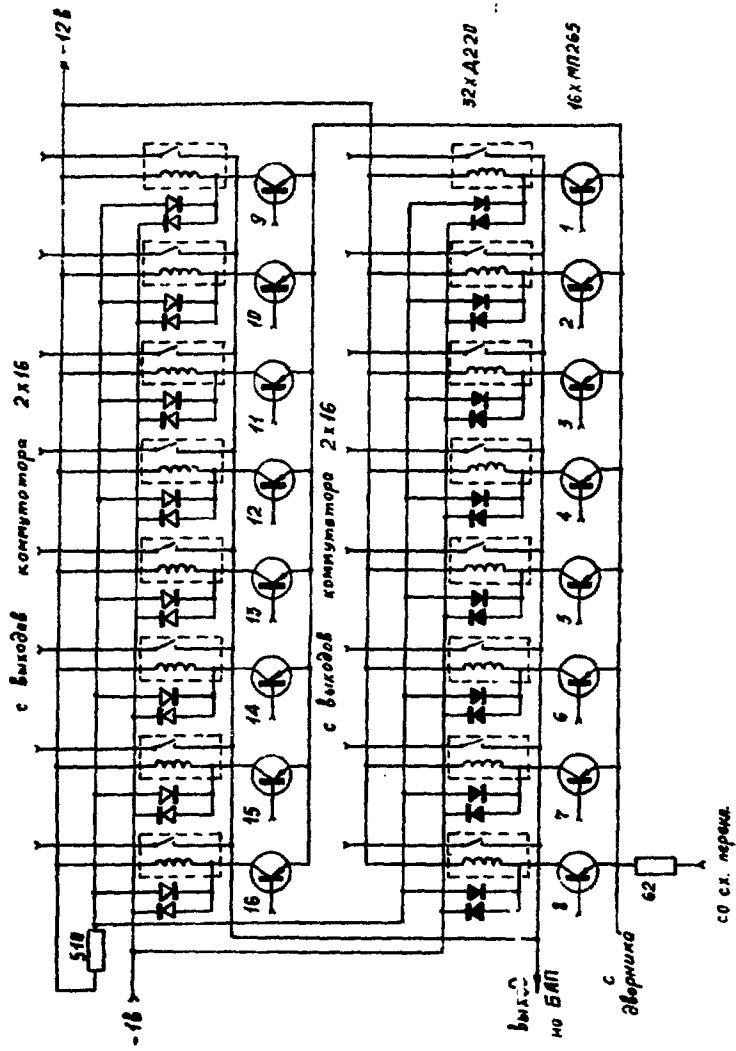


Рис.22

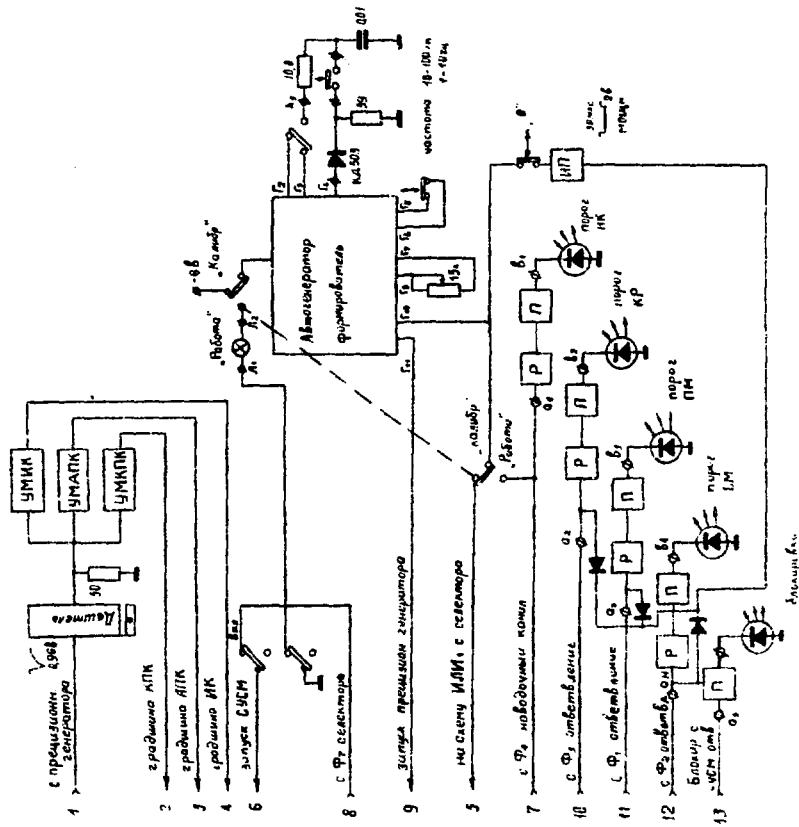
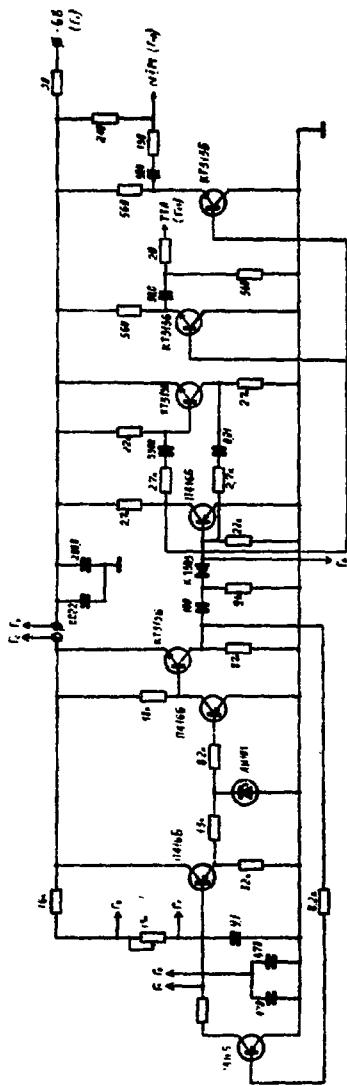
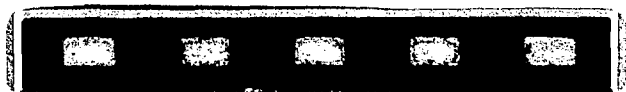


Рис. 23



ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

- Рис.1 Экспериментальная установка
Рис.2 Электронная аппаратура установки
Рис.3 Электроника калориметрического тракта
Рис.4 Усилитель для ионизационных камер
Рис.5 Линейный усилитель Б 1.
Рис.6 Блок аналоговой памяти Б 2.
Рис.7 Усилитель формирователь годоскопа
Рис.8. Дифференциальный усилитель
Рис.9. Схема снятия информации с пропорциональных камер
Рис.10 Блок съема информации ГЗ.
Рис.11 Блок управления дешифратором годоскопа
Рис.1 2 Дешифратор младших разрядов
Рис.13 Дешифратор старших разрядов
Рис.14 Компенсированный ключ
Рис.15 Селектор
Рис.16 Структурная схема интерфейса
Рис.17 Блок управления и селектор интерфейса
Рис.18 Временные диаграммы блока управления и селектора интерфейса
Рис. 19 Тактовый генератор
Рис.20 Временные диаграммы работы быстрого и медленного генераторов
Рис.21 Коммутатор 2 x 16
Рис.22 Быстрая ступень коммутатора
Рис.23 Структурная схема блока калибровки
Рис.24 Калибровочный генератор.



Редактор Л.П.Мукаян
Тех.редактор А.С. Абрамян

Заказ 1186 ВФ- 03394 Тираж 299

Подписано к печати 30/ХП-77г Формат издания 30х40

3 уч.изд.л. Ц. 21 к.

Издано Отделом научно- технической информации
Ереванского физического института, Ереван-36, пер.Мар-
каряна 2

индекс 3624