

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ СССР
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

И Ф В Э 85-7

ОЭФ **SERP-E-140**

С.В.Донсков, В.А.Качанов, А.В.Кулик, Ю.В.Михайлов,
Ю.Д.Прокошкин, А.В.Синьговский
(Институт физики высоких энергий, Серпухов, СССР)

Ф.Бинон, Д.Мишот, Ж.П.Строот
(Институт ядерных исследований университетов,
Брюссель, Бельгия)

М.Гуанэр, Ж.П.Пенье
(Лаборатория физики частиц в Анси, Франция)

П.Дютейль
(Европейская организация ядерных исследований,
Женева, Швейцария)

СИСТЕМА РЕГУЛИРОВКИ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ
ДЛЯ ДЕТЕКТОРОВ
С БОЛЬШИМ КОЛИЧЕСТВОМ ФОТОУМНОЖИТЕЛЕЙ

Объединенный эксперимент Института физики высоких энергий
(Серпухов, СССР)
и Европейской организации ядерных исследований
(Женева, Швейцария)

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ СССР
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

И Ф В Э 85-7

ОЭФ **SERP-E-140**

С.В.Донсков, В.А.Качанов, А.В.Кулик, Ю.В.Михайлов,
Ю.Д.Прокошкин, А.В.Синьговский
(Институт физики высоких энергий, Серпухов, СССР)

Ф.Бинон, Д.Мишот, Ж.П.Строот
(Институт ядерных исследований университетов,
Брюссель, Бельгия)

М.Гуанэр, Ж.П.Пенье
(Лаборатория физики частиц в Анси, Франция)

П.Дютейль
(Европейская организация ядерных исследований,
Женева, Швейцария)

СИСТЕМА РЕГУЛИРОВКИ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ
ДЛЯ ДЕТЕКТОРОВ
С БОЛЬШИМ КОЛИЧЕСТВОМ ФОТОУМНОЖИТЕЛЕЙ

Объединенный эксперимент Института физики высоких энергий
(Серпухов, СССР)
и Европейской организации ядерных исследований
(Женева, Швейцария)

Аннотация

Бинон Ф., Гуанэр М., Донсков С.В. и др. Система регулировки высокого напряжения для детекторов с большим количеством фотоумножителей: Препринт ИФВЭ 85-7. - Серпухов, 1985. - 12 с., 7 рис., библиогр.: 3.

Разработана и создана простая и дешевая система регулировки высокого напряжения, управляемая ЭВМ и предназначенная для детекторов с большим количеством фотоумножителей. Изменение высокого напряжения производится при помощи многооборотного потенциометра, который вращается микромотором. Приведены схемы электроники управления системой регулировки от ЭВМ.

Abstract

Binon F., Gouanere M., Donskov S.V. et al. Tuning HV System for Detectors with Large Number of PMS: IHEP Preprint 85-7.- Serpukhov, 1985. - p. 12, figs. 7, refs.: 3.

A reliable computer controlled HV tuning system for a large number of PMS has been developed. The HV is adjusted by means of the multiturn potentiometer which drives micromotor. Schematics of the control electronics are presented.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время многие экспериментальные установки в физике высоких энергий содержат в своём составе сотни и даже тысячи фотоумножителей (ФЭУ). Очевидно, что регулировка высокого напряжения (ВН) на них должна производиться автоматически при помощи ЭВМ.

Известно несколько систем источников высокого напряжения, управляемых ЭВМ^{1,2/}. Однако все они обладают рядом существенных недостатков, которые ограничивают их использование в детекторах с большим количеством ФЭУ. Электроника управления ВН в таких системах сравнима по объёму и стоимости с основной электроникой съёма информации, каждый ФЭУ должен быть соединен с регулируемым источником отдельным высоковольтным кабелем. Это заметно повышает стоимость и уменьшает надёжность установки. Все известные ранее системы обладают слабой помехозащищённостью при сбоях ЭВМ или собственной памяти, а установка на ФЭУ неправильного значения или отключения ВН приводят к ухудшению стабильности детектора и сильно сказываются на его надёжности.

Ниже описывается простая, удобная и дешёвая система регулировки ВН для детекторов, содержащих большое число ФЭУ. Она была разработана для годоскопических электромагнитных калориметров типа ГАМС^{3/}, содержащих 1536 ФЭУ (ГАМС-2000) и 4096 ФЭУ (ГАМС-4000).

1. РЕГУЛИРОВКА ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ СПЕКТРОМЕТРОВ ГАМС-2000 и ГАМС-4000

При выборе системы регулировки ВН мы исходили из следующих требований:

1. Счётчики спектрометра не должны иметь индивидуального высоковольтного кабеля, так как это сильно усложняет монтаж кабельных коммуникаций внутри кассеты, куда укладываются счётчики и требует дополнительно для спектрометра ГАМС-4000 8 тыс. высоковольтных разъёмов и около 60 км кабеля.

2. Поскольку регулировка ВН должна производиться очень редко, система регулировки может быть достаточно медленной.

3. После завершения работы по установке ВН вся система должна отключаться и не зависеть от работы ЭВМ или какой-либо электроники.

4. Система ВН не должна вносить дополнительной нестабильности в высоковольтное питание ФЭУ.

Величина напряжения, подаваемого на ФЭУ, не измеряется, контроль за работой ФЭУ осуществляется при помощи импульсных источников света.

На рис. 1 приведена схема высоковольтного делителя для выбранного нами типа фотоумножителя ФЭУ-84-3.

Для уменьшения потребляемой мощности и тепловыделения средний ток делителя выбран равным всего ~ 120 мкА при рабочем напряжении 1300 В. Для обеспечения стабильности коэффициента усиления ФЭУ в условиях высокой интенсивности пучка последние пять диодов запитаны от отдельных источников, напряжение на которых выбиралось исходя из требований линейности выходного сигнала, которая измерялась дифференциальным методом^{/3/}. При этом количество тепла, выделяемого 4096-ю счётчиками спектрометра ГАМС-4000, таково, что детектор не требует специального охлаждения и даже вентиляции.

Изменение ВН на каждом ФЭУ производится при помощи многооборотного потенциометра мощностью 0,75 Вт^{*}, включенного последовательно с делителем. Этот потенциометр вращается низкоинерционным микромотором^{**} постоянного тока через редуктор. Величина редукции (485/1) выбрана такой, чтобы обеспечить процентную точность выставления сигналов системы мониторинга в заданное значение. При питании микромоторов от 4 В источника весь диапазон перекрывается за время около 30 с. Ток, потребляемый одним мотором, ~ 10 мА.

При выбранном сопротивлении потенциометра в 2 МОм средний диапазон изменения сигналов ФЭУ составляет около 5. Балластное сопротивление R_1 (рис. 1) позволяет увеличить его ещё приблизительно в два раза. Внешний вид делителя представлен на рис. 2.

Поскольку система регулировки ВН и сам ФЭУ имеют некоторую инерционность, установка сигнала от источника света в нужное значение производится за несколько итераций. Среднее число итераций, при котором сигнал от источников света с точностью 5% устанавливается в нужное значение, равно трем. Время, необходимое для установки всех ФЭУ спектрометра ГАМС-4000 с 5%-ной точностью в заданные значения, составляет около двух часов.

Матричная структура ГАМС позволила создать весьма простую и дешевую электронику управления микромоторами, общая схема которой представлена на рис. 3 и 4. Плоским 14-жильным кабелем соединены параллельно все 64 делителя вертикальной колонки счётчиков спектрометра. Этим же кабелем разводятся высокое напряжение, подпитываются пять последних диодов ФЭУ и подается питание (X^+ , X^-) на микромоторы. Все микромоторы счётчиков, расположенных в одной

^{*}) CERMET-BOURNS типе 3006P.

^{**}) MINIMOTOR S.A., типе 1516E 004S (ФРГ).

линейке по горизонтали, также включены параллельно. При подаче питания 4В на шину $X_i^+ Y_j$ ВН на счётчике с координатой $X_i^- Y_j$ увеличивается, при изменении полярности питания микромотора ($X_i^- Y_j$) - уменьшается. В ГАМС-4000 можно одновременно регулировать напряжение на 64 ФЭУ.

На рис. 5 представлена схема модуля управления установкой ВН в системе КАМАК, рассчитанного на матрицу из 32×64 счётчиков. Возможно также ручное изменение ВН на каждом из них.

Внешний вид макета из девяти счётчиков представлен на рис. 6. Несмотря на высокую плотность расположения делителей и кабельных коммуникаций внутри кассеты спектрометра, все соединения легкодоступны, неправильная коммутация делителей исключается, замена вышедших из строя элементов занимает несколько минут.

2. ДРУГИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Этот же принцип регулировки ВН может быть использован для обычных сцинтилляционных счётчиков или годоскопов со стандартными делителями ВН. Примером этого может служить блок регулировки ВН (рис. 7), разработанный для сцинтилляционных годоскопов в эксперименте NA-12 в CERN. Поскольку счётчики годоскопов не имеют системы светового мониторинга, в данном блоке предусмотрено измерение ВН, подаваемого на каждый ФЭУ. Измерение производится обычным цифровым вольтметром в стандарте КАМАК. Подобная возможность позволяет полностью автоматизировать выбор рабочей точки ВН для каждого счётчика.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная для спектрометров ГАМС система регулировки высокого напряжения используется в течение пяти лет в экспериментах на ускорителе в ИФВЭ и CERN. Опыт работы с ней показал, что она весьма проста и надёжна в эксплуатации. При общем количестве регулируемых каналов в обоих экспериментах около 6 тыс. случаев выхода из строя потенциометров или микромоторов не было.

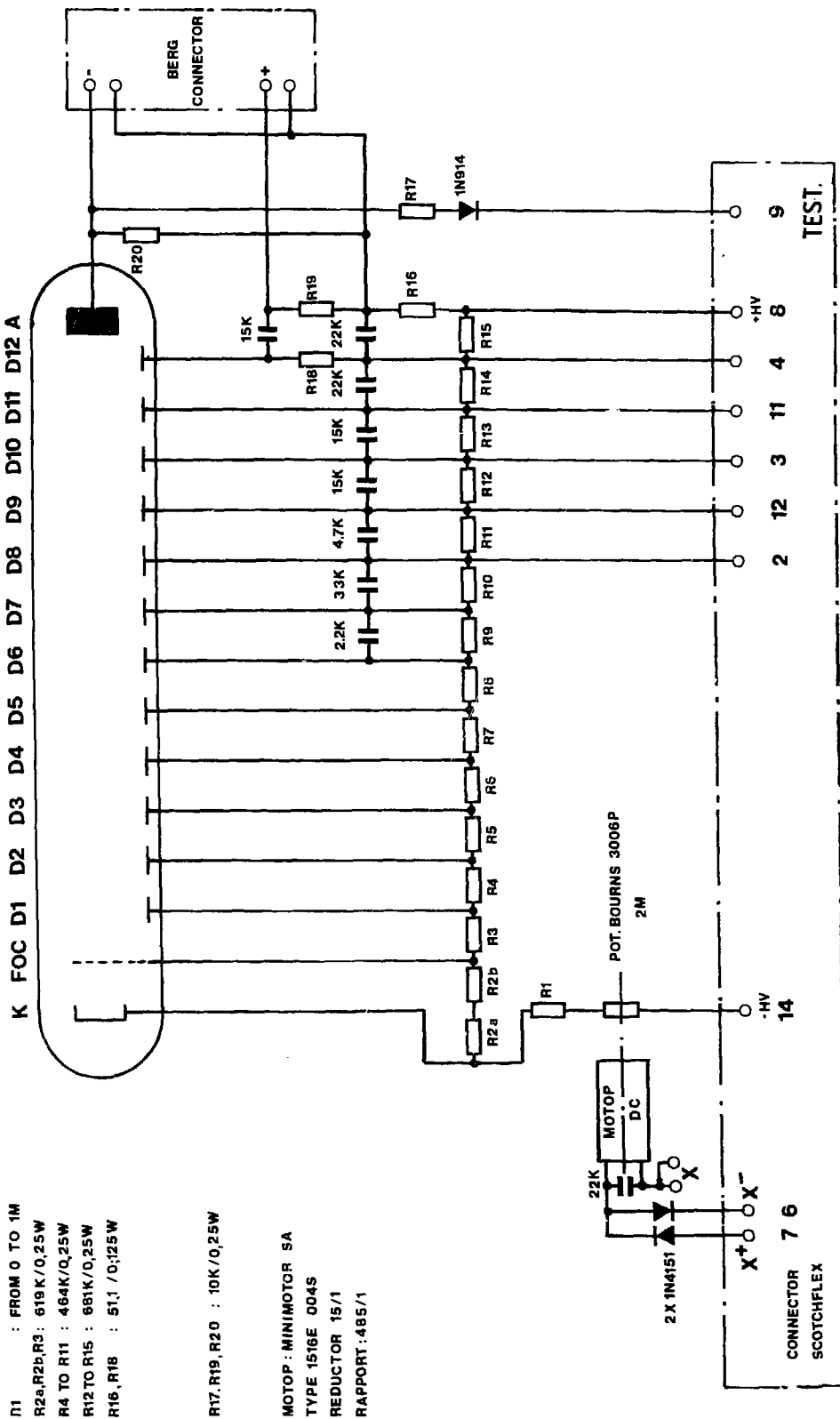


Рис. 1. Схема высоковольтного делителя для ФЭУ-84-3.

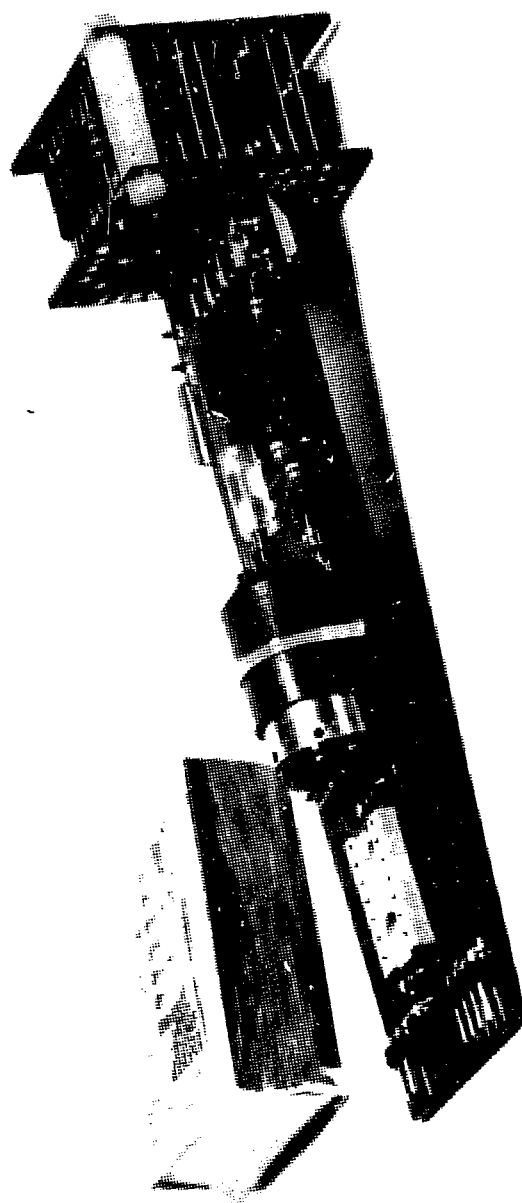


Рис. 2. Внешний вид делителя.

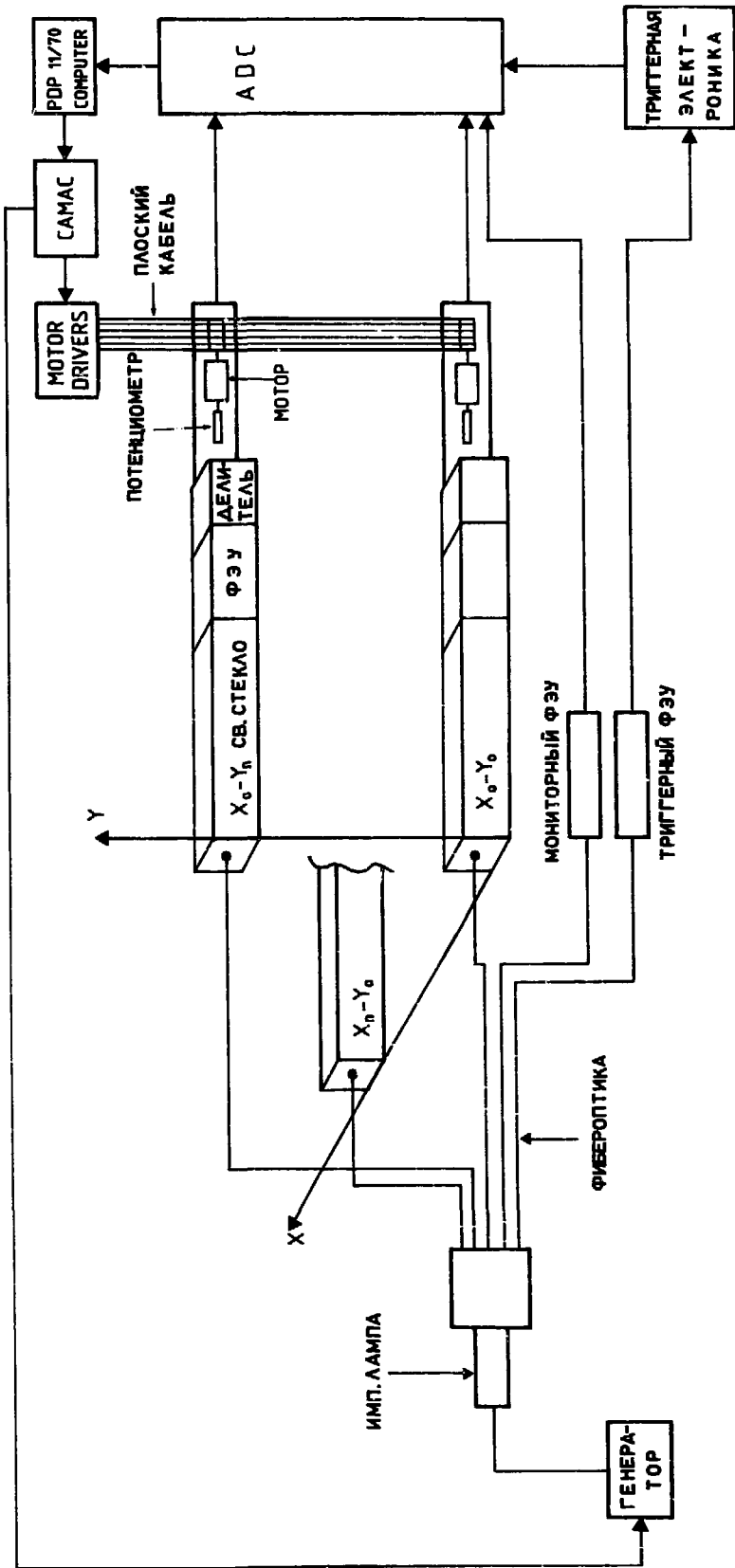


Рис. 3. Общия схема мониторингирования спектрометра ГАМС-4000.

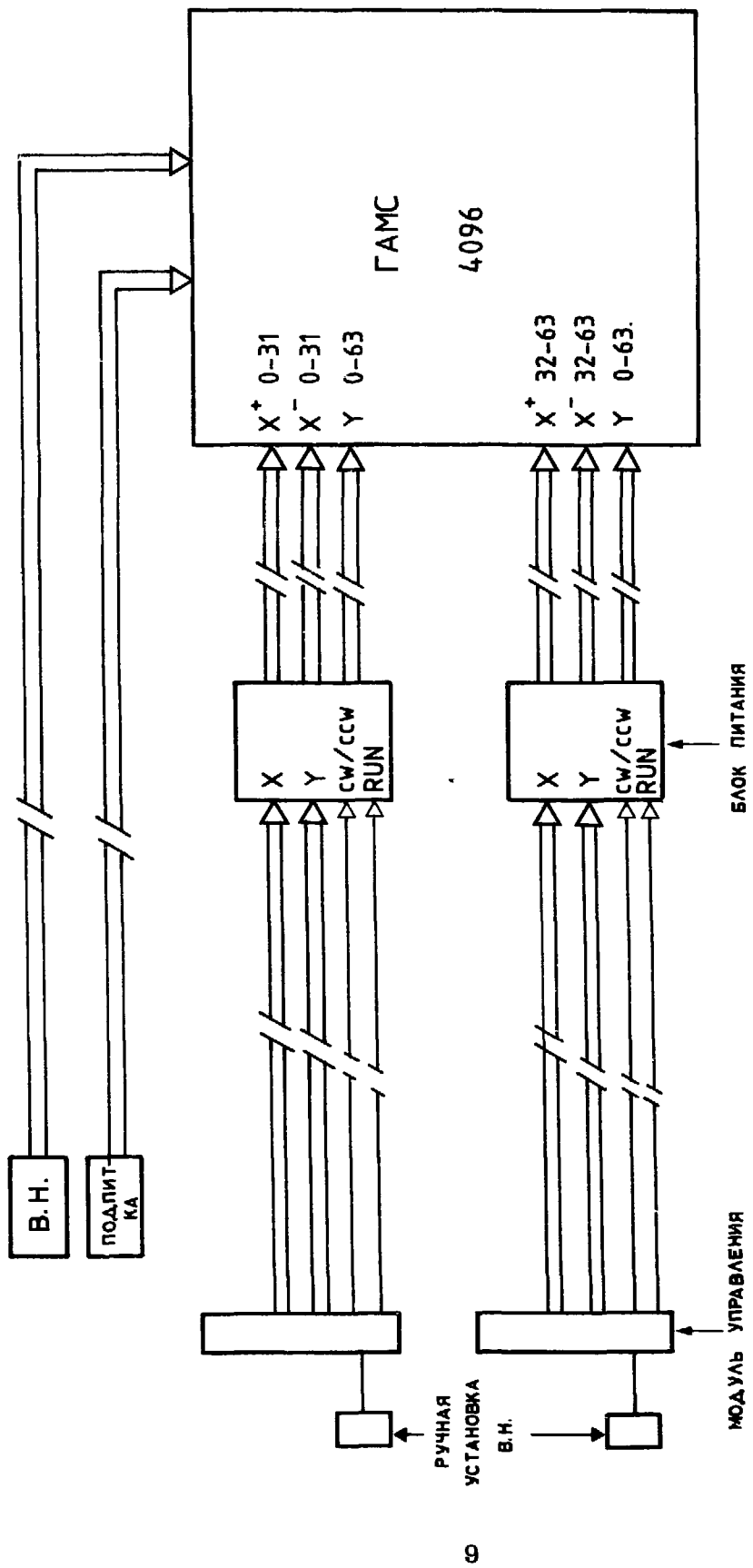


Рис. 4. Общая схема регулировки ВН спектрометра.

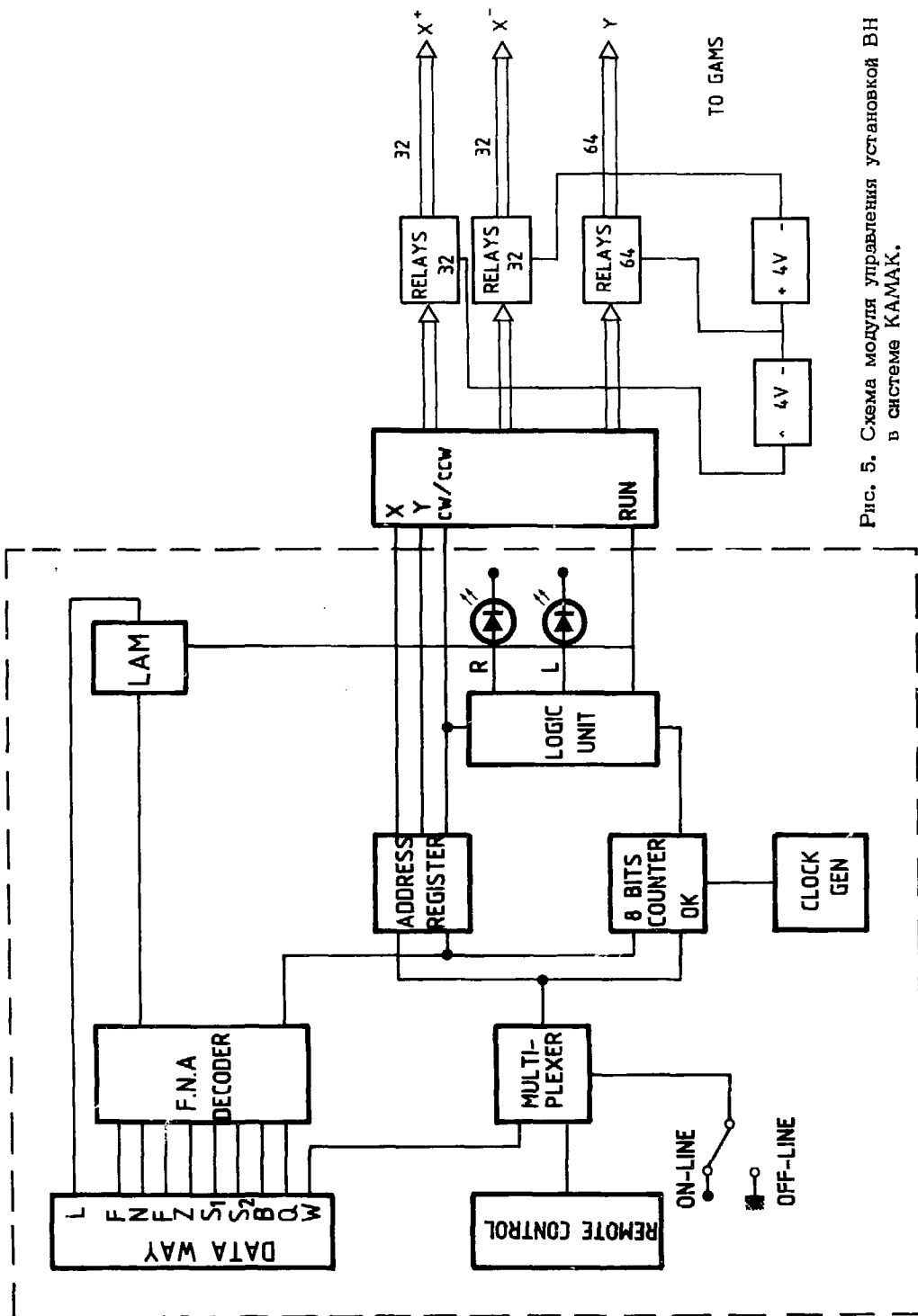


Рис. 5. Схема модуля управления установкой ВНИ в системе КАМАК.

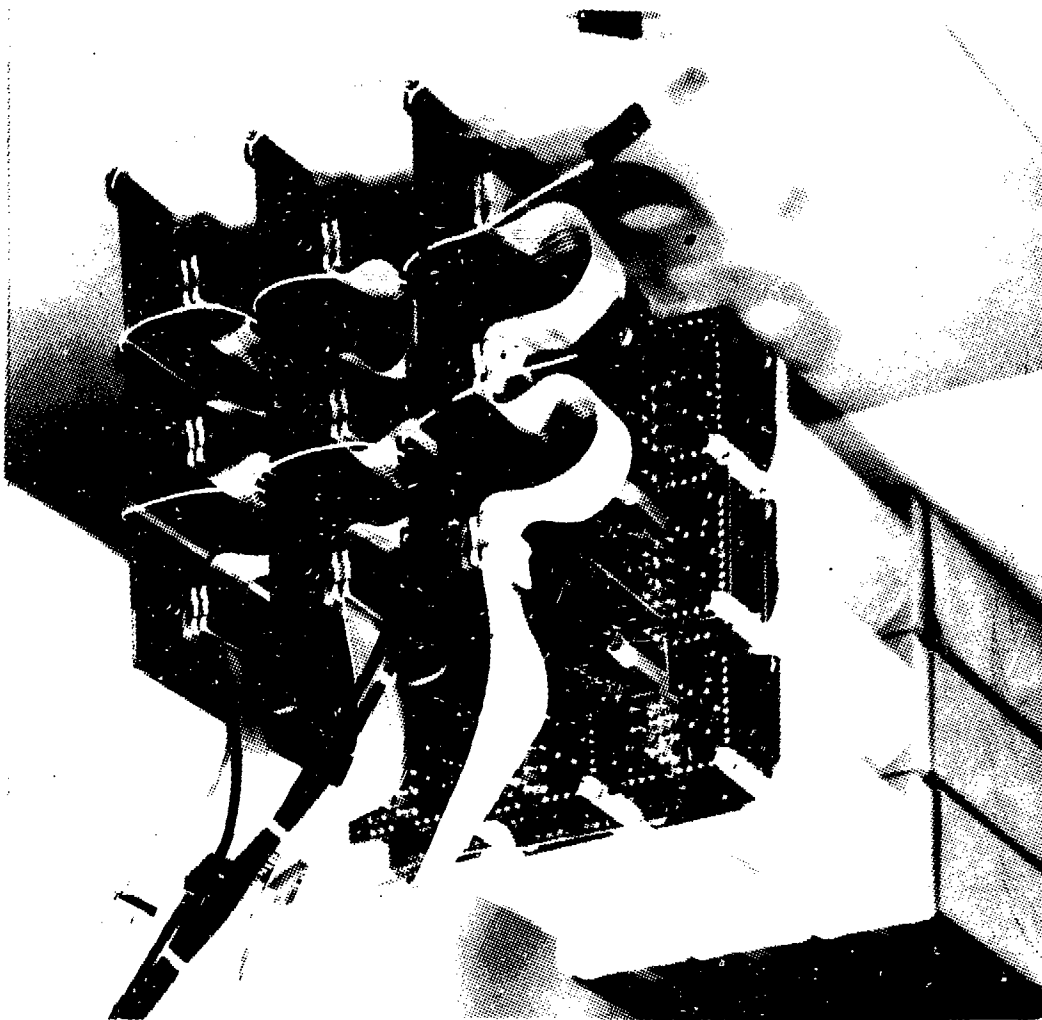


Рис. 6. Фото макета из девяти счётчиков.

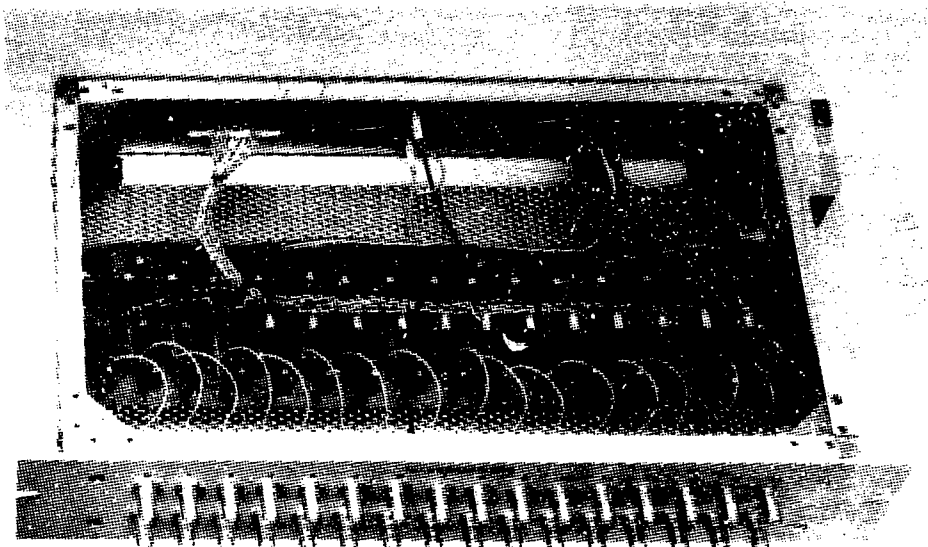


Рис. 7. Блок регулировки ВН для пучковых счетчиков и годоскопов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Centro S. and De Giorgi M. Datep: 120 channel PH High-voltage regulator. - Nucl. Instr. Meth., 1982, v. 202, p. 439.
2. Duteil P. et al. - Preprint CERN/77-11, 1977.
3. Бинон Ф. и др. - Препринт ИФВЭ 80-141, Серпухов, 1980; Nucl. Instr. Meth., 1981, v. 188, p. 507.

Рукопись поступила 15 октября 1984 года.

С.В. Донсков и др.

Система регулировки высокого напряжения для детекторов с большим количеством фотоумножителей.

Редактор Н.П. Ямба. Технический редактор Л.П.Тимкина.
Корректор М.И.Онегина.

Подписано к печати 21.11.1984 г. Т-21365. Формат 60х90/16.
Офсетная печать. Печ.л. 0,75. Уч.-изд.л. 0,85. Тираж 270.
Заказ 1084. Индекс 3624. Цена 13 коп.

Институт физики высоких энергий, 142284, Серпухов Московской обл.

Цена 13 коп.

Индекс 3624.

П Р Е П Р И Н Т 85-7, И Ф В Э, 1985.
