

4-496
ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

2/2-72

Дубна.

3328/2-72

13 - 6550



ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

Я. Черны, М. Фингер

СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ
НА МАГНИТНОМ БЕТА-СПЕКТРОМЕТРЕ

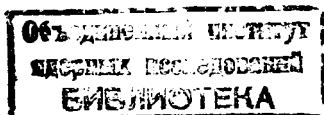
1972

13 - 6550

Я. Черны, М. Фингер

СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ
НА МАГНИТНОМ БЕТА-СПЕКТРОМЕТРЕ

Направлено в ПТЭ



1. Введение

Интенсивное использование магнитных бета-спектрометров в области бета-спектроскопии и особенности их эксплуатации во время длительных непрерывных опытов требуют создания надежных систем: питания обмотки электромагнита спектрометра, управления измерительными операциями, регистрации и вывода полученной информации в запоминающие устройства.

Важным также является вопрос о создании системы полной автоматизации процесса измерений бета-спектров. Одним из предложенных вариантов такой спектрометрической установки явилась система для автоматических измерений спектров конверсионных электронов на спектрометре типа $2 \times \pi \sqrt{2}^{11}$, описанная в работе /2/. Однако использованные в аппаратуре отдельные приборы обладали небольшой стабильностью и малой надежностью в эксплуатации, что, в свою очередь, нарушало плавность измерений и затрудняло ведение длительных непрерывных опытов. Поэтому была поставлена задача создания надежной аппаратуры для автоматических измерений спектров на магнитном бета-спектрометре отдела ядерной спектроскопии ЛЯП ОИЯИ.

Созданная нами аппаратура обеспечивает автоматическое ведение длительных непрерывных измерений бета-спектров с заданными параметрами рабочего цикла и записью полученной информации на печать. Блок-схема установки приведена на рис. 1.

2. Система питания электромагнита

В качестве стабилизированного источника постоянного тока для питания обмотки электромагнита бета-спектрометра в нашей аппаратуре без существенных изменений применяется прибор, разработанный и описанный авторами работы /3/. Однако декадный делитель напряжения в цепи регулирования и стабилизации, который

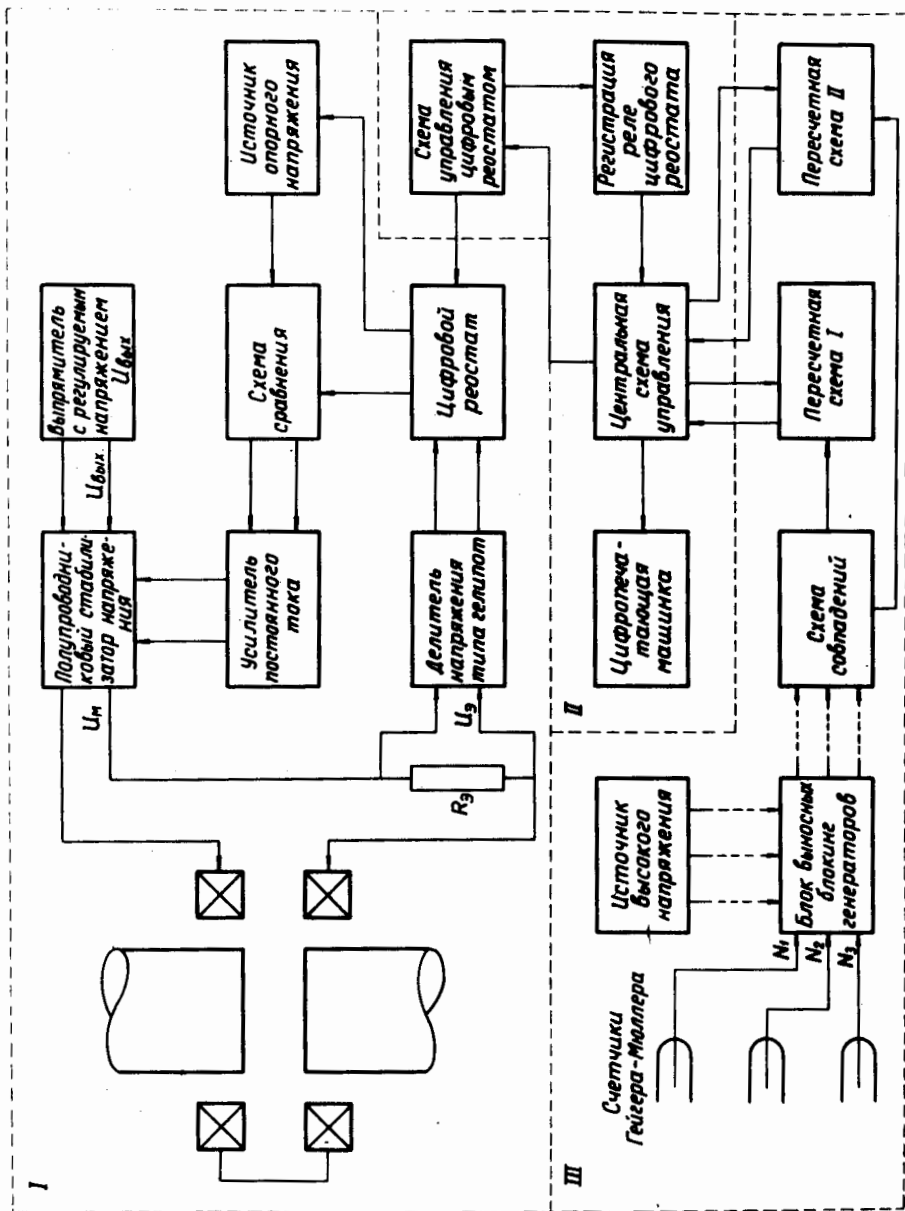


Рис. 1. Блок-схема системы для автоматических измерений спектров на магнитном бета-спектрометре. /I/ - Стабилизированный источник постоянного тока для питания обмоток электромагнита бета-спектрометра; /II/ - Схема автоматического управления измерительными операциями; /III/ - Система регистрации.

использовался в этой системе, мы заменили прецизионным потенциометром типа гелипот. Использование его позволяет плавно изменять ток в обмотке электромагнита спектрометра во всем диапазоне стабилизации, что облегчает работу с прибором и сокращает время, необходимое для определения заданной величины тока электромагнита.

С включением гелипота в цепь регулирования и стабилизации тока несколько изменился режим работы этой цепи, так как изменилась эквивалентная схема /рис. 2/ по сравнению со схемой с декадным делителем ²/ . Для номинального значения тока в обмотке электромагнита I_{MN} /при $\Delta U_{BX} = 0$ / в нашем случае:

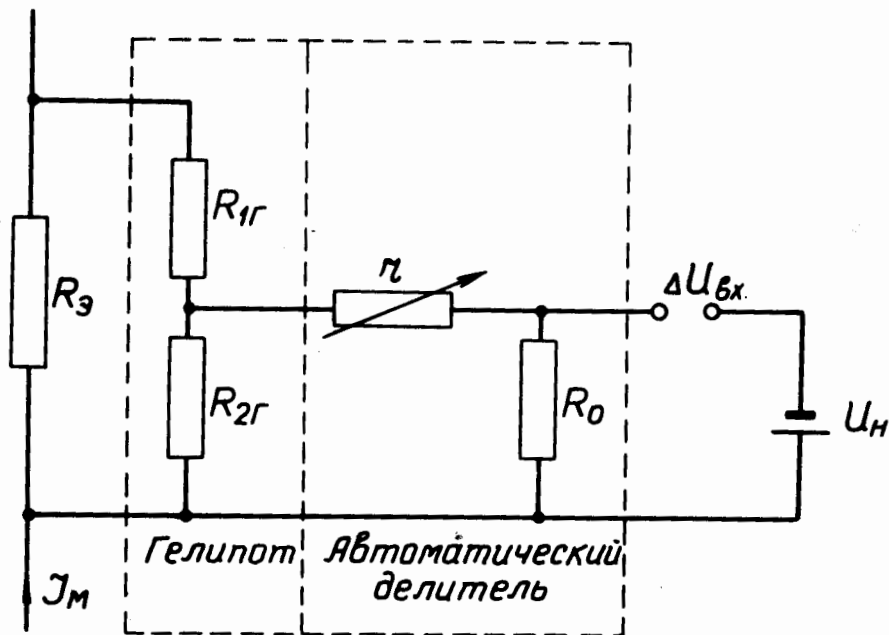


Рис. 2. Эквивалентная схема точного делителя включенного в цепь регуляции и стабилизации тока в обмотках электромагнита. R_3 - эталонное сопротивление. $R_{1Г}$, $R_{2Г}$ - сопротивление гелипота, r - переменное сопротивление автоматического делителя, R_0 - сопротивление, задающее величину шага; U_H - опорное напряжение.

$$I_{MH} = \frac{U_H}{R_0 R_{2\Gamma} R_{\Xi}} [(R_{\Xi} + R_{I\Gamma}) (R_{2\Gamma} + r + R_0) + R_{2\Gamma} (r + R_0)], \quad /1/$$

откуда для начального значения тока электромагнита при сопротивлении автоматического делителя $r = 0$ получается:

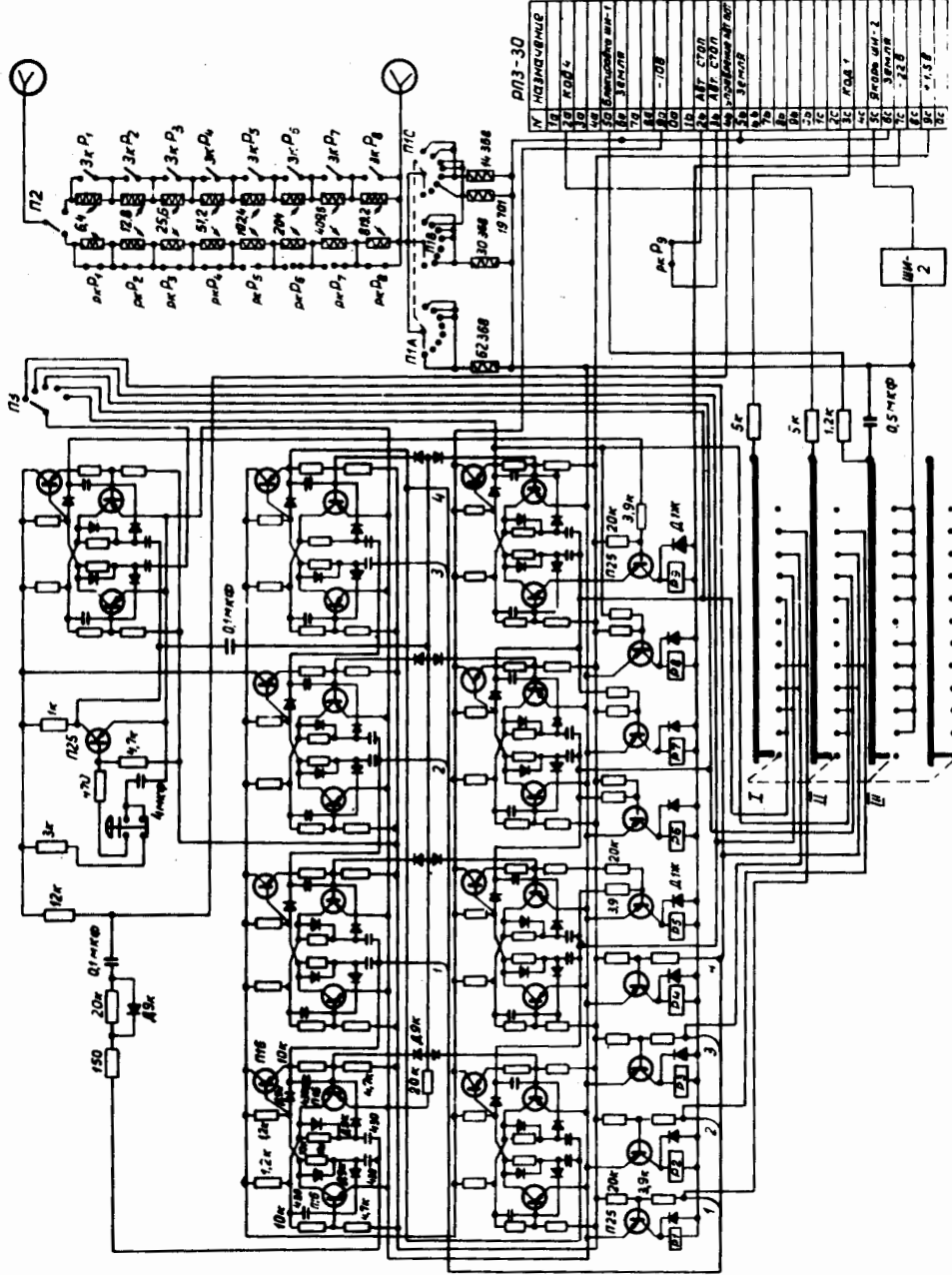
$$I_{MH0} = \frac{U_H}{R_0 R_{2\Gamma} R_{\Xi}} [(R_{\Xi} + R_{I\Gamma}) (R_{2\Gamma} + R_0) + R_{2\Gamma} R_0] \quad /2/$$

и для величины относительного изменения тока электромагнита при изменении сопротивления r на Δr имеем:

$$\frac{\Delta I_{MH}}{I_{MH0}} = \frac{(R_{\Xi} + R_{I\Gamma} + R_{2\Gamma})}{(R_{\Xi} + R_{I\Gamma}) (R_{2\Gamma} + R_0) + R_{2\Gamma} R_0} \Delta r \quad /3/$$

Как видно из последнего выражения, так же как и в работе /2/, в нашей работе зависимость ΔI_{MH} от Δr остается линейной. Начальное значение тока электромагнита I_{MH0} определяется гелипотом.

Схема автоматического делителя напряжения /цифрового реостата/ приведена на рис. 3. По сравнению со схемой, предложенной в работе /2/, в нашем случае изменена система регистрации состояния. При помощи шагового искателя ШИ-2 непосредственно с отдельных триггеров снимаются соответствующие потенциалы и подаются на дешифратор в центральном блоке управления. Регистрация состояния ведется, как и раньше, в четвертичной системе. Так как величина относительного изменения тока $\frac{\Delta I_{MH}}{I_{MH0}}$ зависит от выбора сопротивления R_0 , то в настоящей схеме предусмотрена возможность параллельного включения отдельных задающих сопротивлений R_0 для получения шагов тока величиной более, чем 0,04%. При помощи переключателя П можно включить любое из четырех сопротивлений R_0 для величины шага 0,01%, 0,02%, 0,03%, 0,04%, или их параллельные комбинации для шагов величиной приблизительно 0,05%, 0,06%, 0,07% и 0,08%. От центрального блока управления всегда в момент съема информации при помощи замыкающего контакта реле Р₂₃ запускается автоматический делитель напряжения.



ДТЗ-30

№	ИЗМЕНЕНИЯ
1	КОП
2	КОП
3	КОП
4	КОП
5	КОП
6	КОП
7	КОП
8	КОП
9	КОП
10	КОП
11	КОП
12	КОП
13	КОП
14	КОП
15	КОП
16	КОП
17	КОП
18	КОП
19	КОП
20	КОП
21	КОП
22	КОП
23	КОП
24	КОП
25	КОП
26	КОП
27	КОП
28	КОП
29	КОП
30	КОП
31	КОП
32	КОП
33	КОП
34	КОП
35	КОП
36	КОП
37	КОП
38	КОП
39	КОП
40	КОП
41	КОП
42	КОП
43	КОП
44	КОП
45	КОП
46	КОП
47	КОП
48	КОП
49	КОП
50	КОП
51	КОП
52	КОП
53	КОП
54	КОП
55	КОП
56	КОП
57	КОП
58	КОП
59	КОП
60	КОП
61	КОП
62	КОП
63	КОП
64	КОП
65	КОП
66	КОП
67	КОП
68	КОП
69	КОП
70	КОП
71	КОП
72	КОП
73	КОП
74	КОП
75	КОП
76	КОП
77	КОП
78	КОП
79	КОП
80	КОП
81	КОП
82	КОП
83	КОП
84	КОП
85	КОП
86	КОП
87	КОП
88	КОП
89	КОП
90	КОП
91	КОП
92	КОП
93	КОП
94	КОП
95	КОП
96	КОП
97	КОП
98	КОП
99	КОП
100	КОП

Рис. 3. Схема автоматического делителя напряжения.

Для регистрации электронов /или позитронов/ в бета-спектрометре /1/ используются три щелевые счетчика Гейгера-Мюллера. Блок-схема системы регистрации спектрометрической информации, поступающей со счетчиков, приведена на рис. 1 /III/.

Отрицательные импульсы с трех гейгеровских счетчиков спектрометра поступают на вход блока выносных блокинг-генераторов /рис. 4/. Для каждого счетчика имеется один блокинг-генератор, работающий в ждущем режиме. Входные усилительные каскады, собранные на транзисторах П416, повышают чувствительность до 0,1в, так как амплитуда импульсов с гейгеровских счетчиков составляет только 0,5в. Прямоугольные выходные импульсы амплитудой 9 в имеют длительность 1 мксек, фронт нарастания 0,1 мксек. Для проверки всех каналов в блоке находится контрольный одновибратор, который запускается от переменного напряжения 6,3 в через переключатель П1f. С выхода одновибратора отрицательные прямоугольные импульсы с частотой сети подаются в соответствии с положением переключателя П1 либо последовательно на входы отдельных блокинг-генераторов /для проверки каналов/, либо на все входы одновременно / для проверки схемы совпадений/. В крайнем положении переключателя П1 контрольный одновибратор выключен и на входы блокинг-генераторов подаются импульсы с гейгеровских счетчиков.

Импульсы блокинг-генераторов поступают на вход диодных схем-совпадений /рис. 5/. На двух сопротивлениях 10 ком в цепи диодов Д9И выделяются импульсы двойных или тройных совпадений в зависимости от числа включенных диодов. Эти импульсы подаются на входы двух одновибраторов, которые образуют на выходах отрицательные прямоугольные импульсы с амплитудой ~ 9 в, длительностью около 4 мксек. Разрешающее время схемы совпадений определяется практически только длительностью и формой входных импульсов. Так как импульсы с блокинг-генераторов почти прямоугольные, длительностью 1 мксек, то разрешающее время схемы совпадений составляет также около 1 мксек. Требование по быстродействию отсутствует, так как следующий импульс совпадений не может возникнуть в течение мертвого времени гейгеровских счетчиков - 150 мксек. Импульсы с выходов схемы совпадений поступают на входы двух пересчетных схем /см. рис. 1/.

В качестве входного и управляющего устройства пересчетных схем применяется модифицированный дискриминатор /рис. 6/, опи-

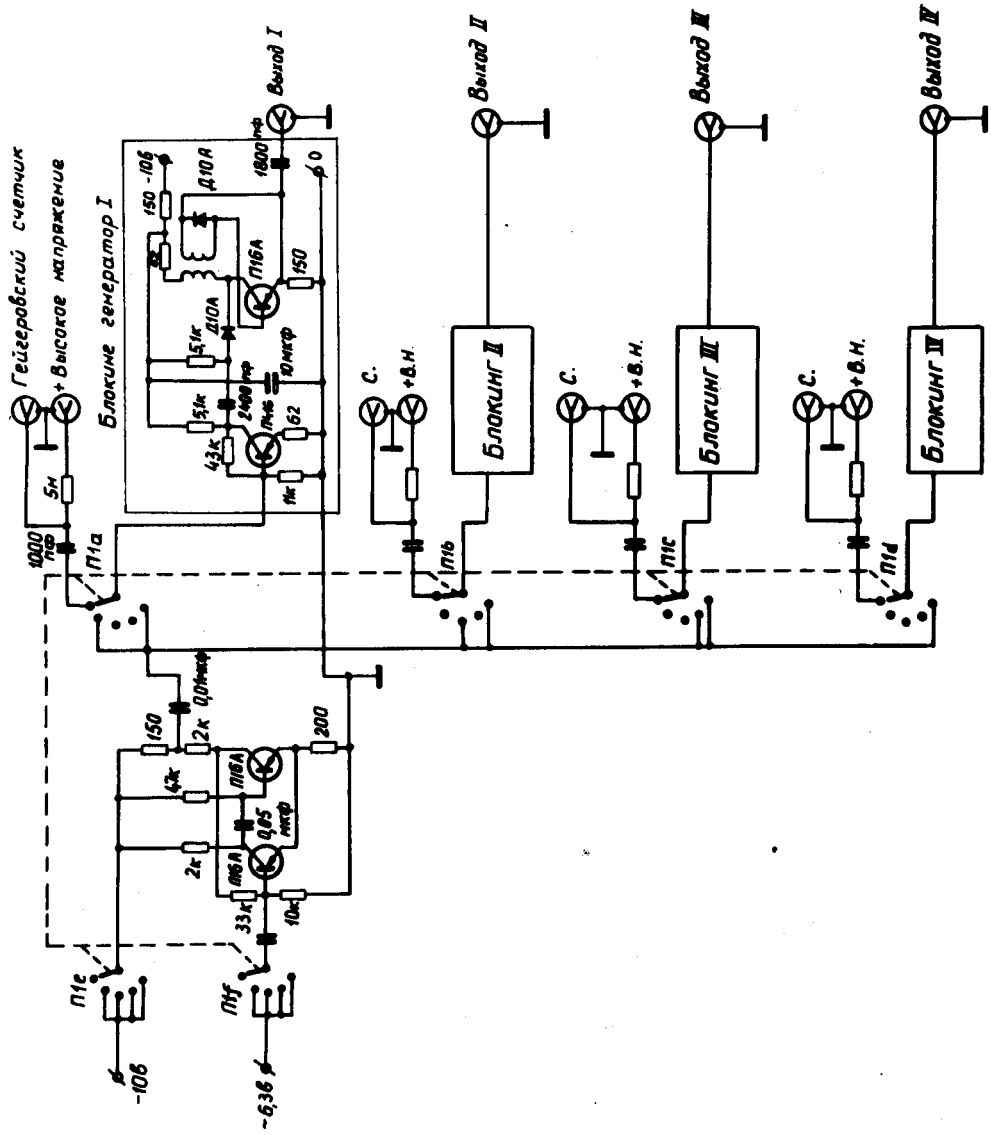


Рис. 4. Схема блока выносных блокинг-генераторов.

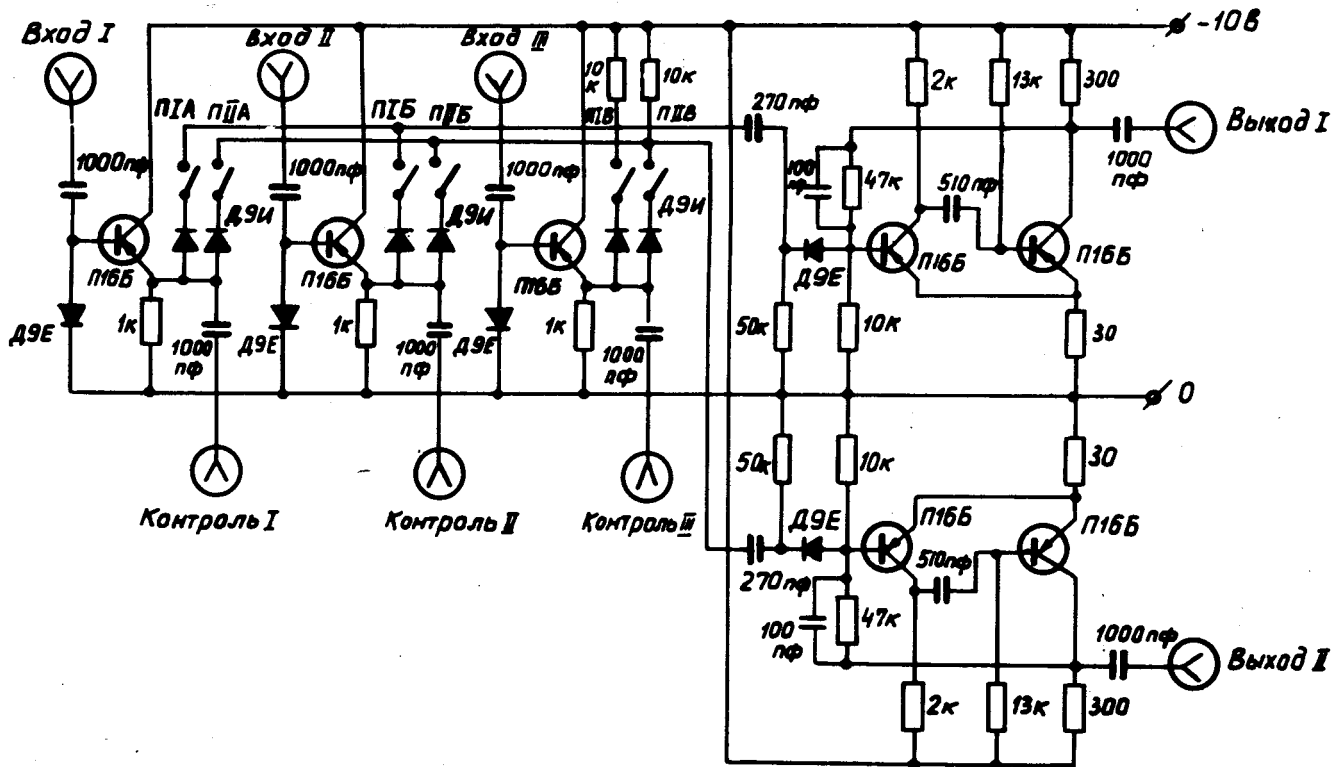


Рис. 5. Блок диодной схемы совпадений.

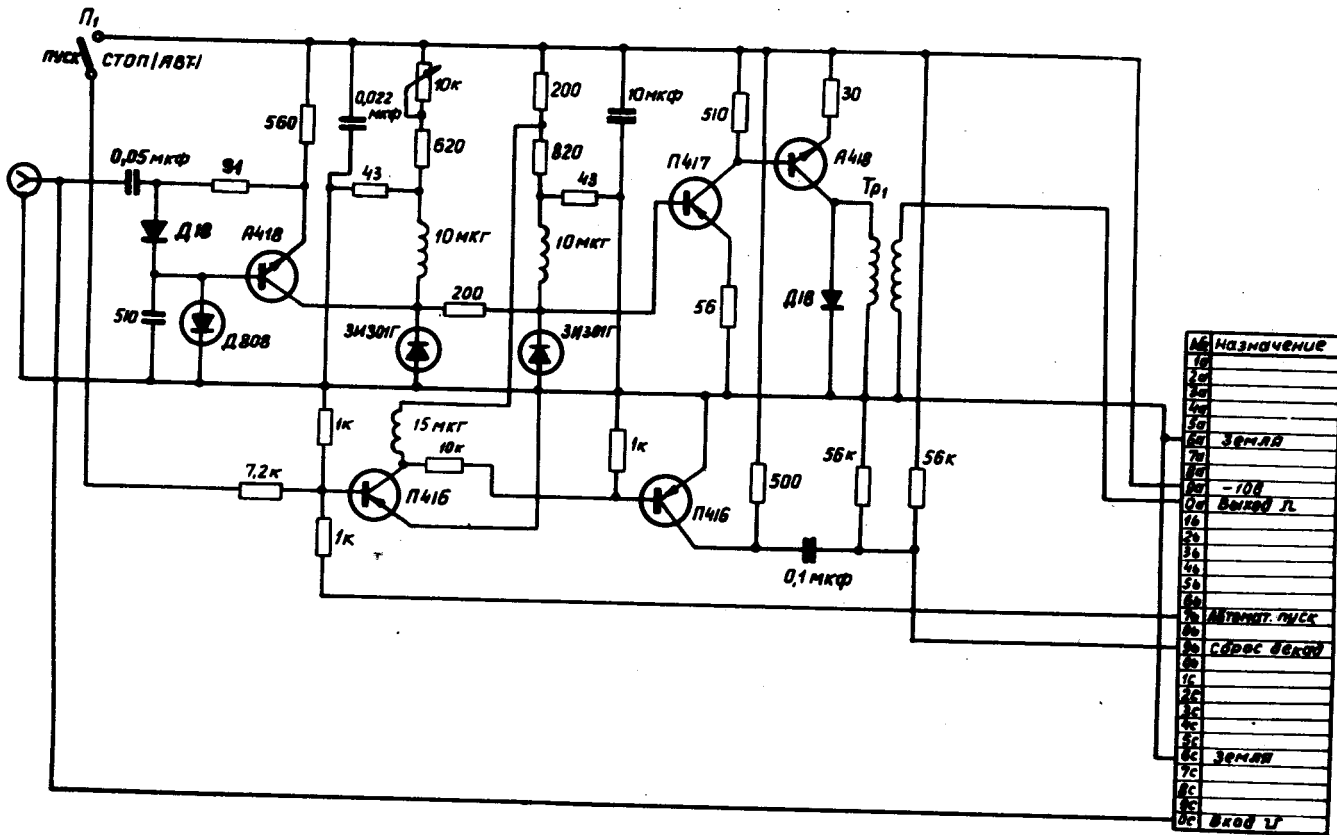


Рис. 6. Схема входного устройства пересчетных схем.

санный в работе /4/. Изменения касаются каскада сброса показаний декад и номиналов некоторых деталей. Каскад сброса включен так, чтобы сброс показаний декад осуществлялся при каждом запуске счета автоматически. Пуск и остановку счета можно осуществить или вручную /при помощи тумблера Π_1 /, или автоматически, подавая положительное напряжение на базу управляющего транзистора П 416 /при включенном тумблере Π_1 /. С выхода дискриминатора импульсы подаются на вход первой декады.

Каждая из обеих пересчетных схем имеет шесть декад, что обеспечивает емкость накопления 10^6 импульсов. Декады работают в системе 1-8-2-4 с ключом между первым и вторым триггерами. Разрешающее время декады составляет около 10^{-5} секунды. Дешифрацию на десятичный код для индикации обеспечивает диодный дешифратор. Индикация осуществляется при помощи цифровых газоразрядных ламп ИН-2. Каждая декада имеет выводы для съема информации. Опрос отдельных декад обеспечивают шаговые искатели ШИ-3 и ШИ-4 /рис. 7/, которые управляются центральным блоком управления.

4. Система автоматического управления измерительными операциями на бета-спектрометре

Блок-схема системы автоматического управления измерительными операциями на бета-спектрометре приведена на рис. 1 - /II/. Система состоит:

- из центрального блока управления, который задает измерительный цикл, управляет работой пересчетных схем и автоматического делителя напряжения и обеспечивает вывод информации на цифropечать,
- из автоматического делителя напряжения для управления током в обмотке электромагнита.

Центральный блок управления /рис. 8/ задает всю программу измерений: время экспозиции, шаг автоматического делителя напряжения, съем информации и печать. Для печати применяется чехословацкая машинка типа Consul -242,9. Для начала измерений надо включить тумблер Пб-“Пуск счета“. Напряжение - 60 в, которое появляется на ползунке III шагового искателя ШИ-1, вызывает срабатывание реле P_{21} и P_{22} . Реле P_{22} обеспечивает /вместе с реле P_9 в автоматическом делителе/ автоматическую остановку измерительного цикла после прохождения определенного, заранее заданного количества шагов. Реле P_{21} срабатывает только

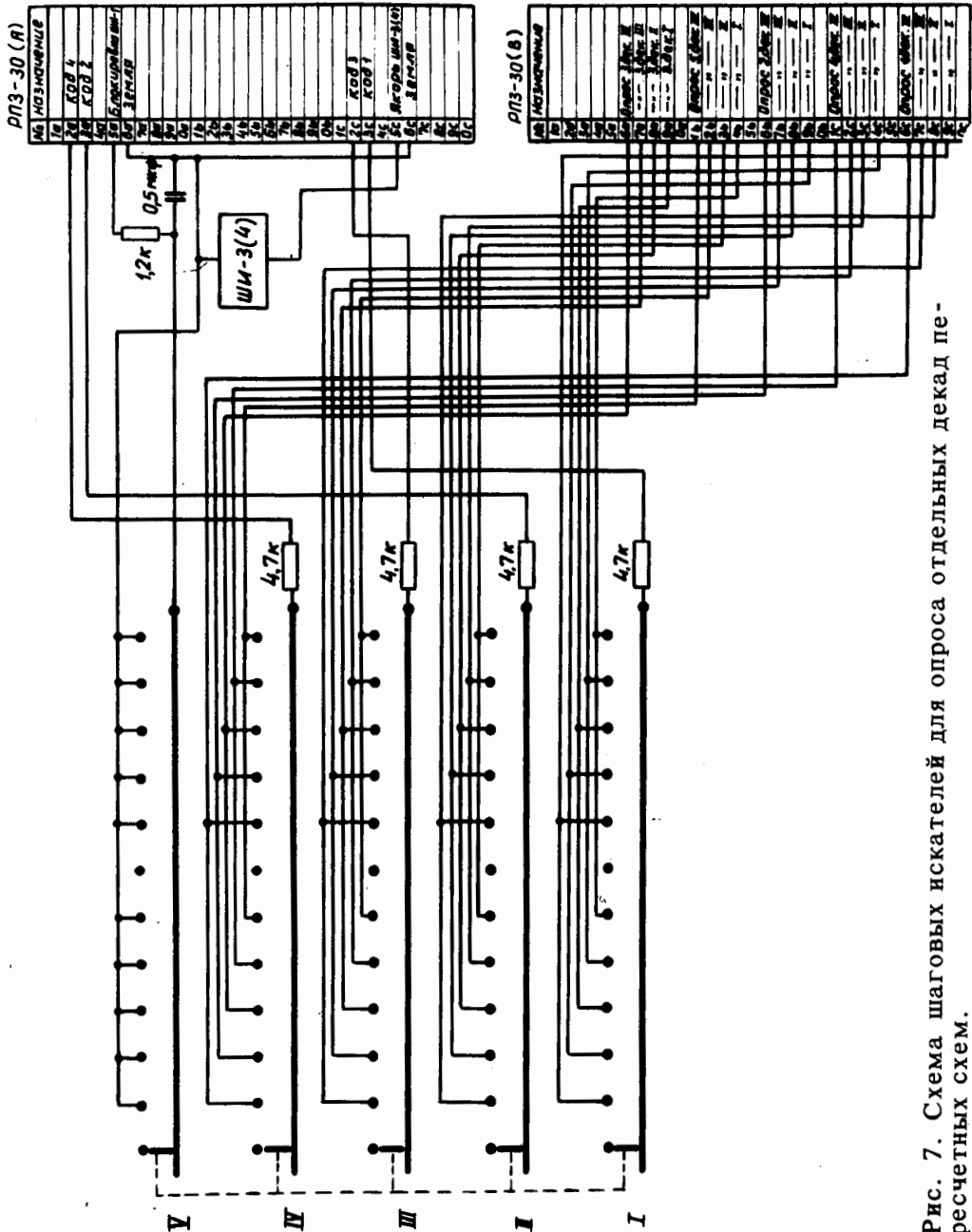


Рис. 7. Схема шаговых искателей для опроса отдельных декад пересчетных схем.

на короткое время и своим контактом зк P_{21} включает таймер "Орион 1892". С помощью таймера можно задавать время экспозиции в диапазоне от 1 сек по 3599 сек с погрешностью не больше чем $\pm 1\%$. Таймер имеет собственное реле P_{19} , которое контактом пк P_{19} переключает напряжение - 60 в на систему съема информации или для реле P_{18} /в течение времени экспозиции/. При срабатывании реле P_{18} через его контакт зк P_{18} подается запускающий потенциал для пересчетных схем.

После окончания экспозиции переключается контакт пк P_{19} в свое исходное положение, и напряжение - 60 в подается на систему съема. В этот момент включается мотор печатающей машинки и начинает заряжаться емкость 800 мкф в цепи реле P_{17} , которое срабатывает через $\sim 2,5$ сек и через его контакт зк P_{17a} подается напряжение - 60 в на тактовый генератор. Этим способом обеспечено включение мотора печатающей машинки за 2 сек до начала печати, по требованиям технических условий для работы машинки.

В цепь тактового генератора входят: реле P_{15} , параллельные сопротивления 10 ком и емкость 20 мкф, контакты рк P_{15} , рк таймера и сопротивление 2 ком. Контакт рк таймера замыкается только после полного сброса таймера. В результате действия тактового генератора срабатывает реле P_{16} . Периодическим переключением его контактов обеспечиваются импульсы тока для шаговых искателей и для печатающей машинки. Первый импульс тока поступает на обмотку шагового искателя ШИ-1, делающего первый шаг. В этот же момент ШИ-2 автоматического делителя получает первый импульс и также производит первый шаг. На ползунке III ШИ-2 появляется потенциал земли, вызывающий через ползунок IV-ШИ-1 включение реле P_{20} . Контакт рк P_{20} образует блокировку шагового искателя ШИ-1 до конца полного съема информации с автоматического делителя напряжения. Такая же блокировка якоря ШИ-1 происходит во время съема информации с обеих пересчетных схем. На базе транзисторов П26Б дешифратора появляются комбинации потенциалов от отдельных триггеров автоматического делителя и декад пересчетных схем. Контакты реле P_{11} - P_{14} в коллекторных цепях обеспечивают дешифрацию из двоичного кода в десятичный и подают импульсы тока на электромагниты соответствующих цифр печатающей машинки.

В конце съема информации с автоматического делителя прекращается блокировка якоря ШИ-1, производящего второй шаг. В этом положении ШИ-1 срабатывает реле P_{23} и его контакт зк P_{23} вызывает переключение /шаг/ системы автоматического делителя напряжения. Кроме того, через ползунок I-ШИ-1 импульс тока

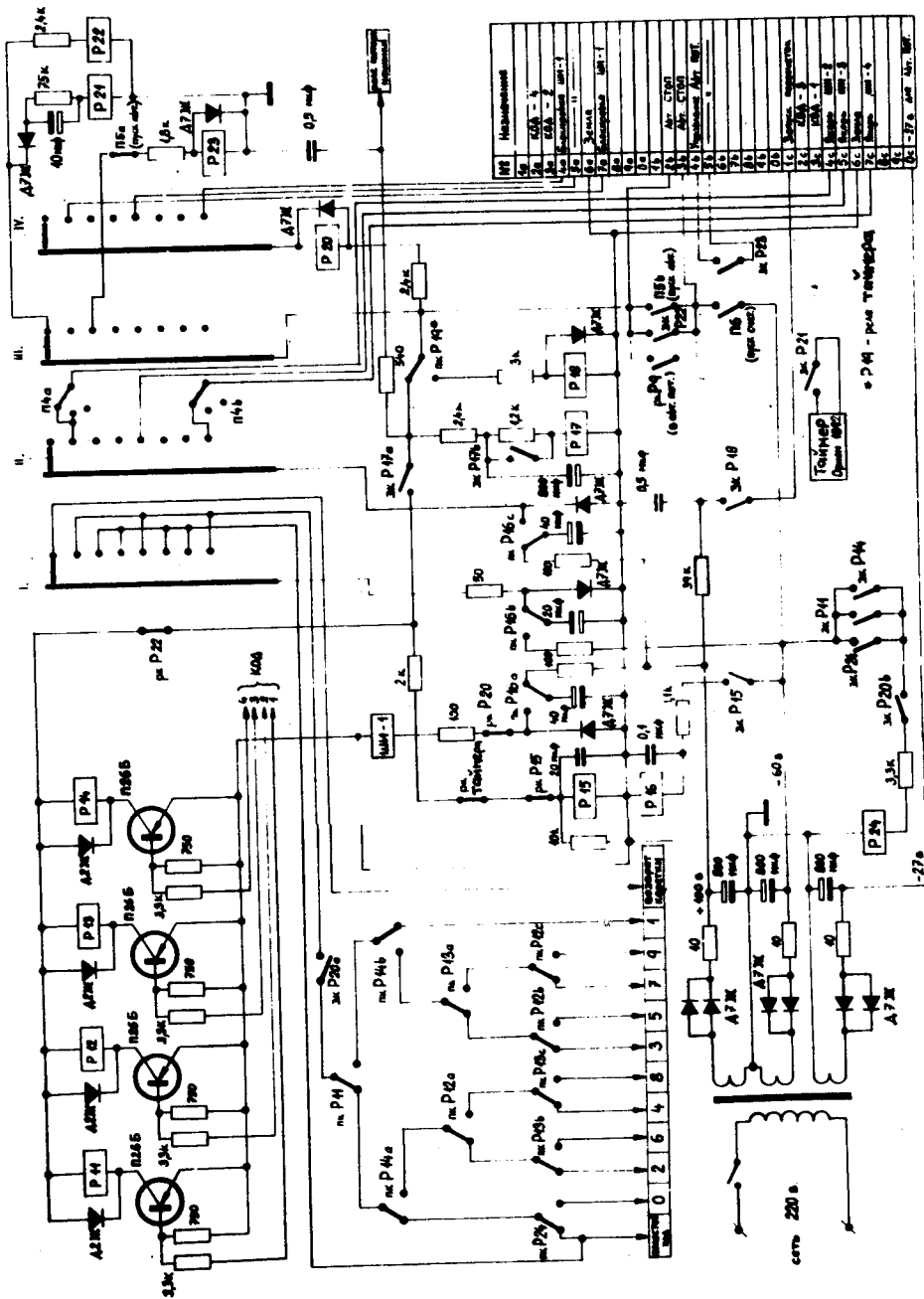


Рис. 8. Схема центрального блока управления.

получает электромагнит "холостого хода" печатающей машинки. На этот электромагнит также при третьем шаге ШИ-1 поступает импульс тока. При следующем шаге начинается съем информации с декада I пересчетной схемы таким же образом, как и с автоматического делителя.

После печати состояний декад обеих пересчетных схем шаговый искатель ШИ-1 возвращается в исходное положение. В этот момент получает импульс тока электромагнит "возврата каретки" печатающей машинки, и срабатывают реле P_{21} и P_{22} . Контакт зк P_{22} готовит автоматическую остановку цикла измерений, контакт зк P_{21} запускает таймер. Контакт пк P_{19} переключает напряжение - 60 в на реле P_{18} , после чего начинается следующая экспозиция.

Переключателем П4 можно включить съем информации либо С I пересчетной схемы, либо с автоматического делителя и I пересчетной схемы, либо с автоматического делителя и обеих пересчетных схем. Переключателем П5 можно выключить автоматический режим работы.

Описанная аппаратура в течение нескольких лет эксплуатации показала хорошую стабильность и полную надежность в работе.

Литература

1. *J. Adam, V.G. Chumin, Ju.N. Denisov, M. Finger, K. Ya. Gromov, M. Ya. Kuznetsova and Lu Si-tin. Preprint E-2494, JINR, Dubna 1965.*
2. *И.Адам, Ю.Н.Денисов, А.Кокеш, В.Г.Чумин, П.Т.Шишлянников. Изв. АН СССР, сер. физ., 29, 2147/1965/.*
3. *И.Адам, Ю.Н.Денисов, С.А.Иващкевич, М.Фингер. ПТЭ №2, 136/1965/.*
4. *И.Ф.Колпаков. Препринт ОИЯИ №2384, Дубна, 1965.*

*Рукопись поступила в издательский отдел
23 июня 1972 года.*