

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



8581

13 - 8581

Экз. чит. зала

А.Г.Петров, В.К.Сарычева, А.Н.Синаев

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК
КАНАЛОВ СОВПАДЕНИЙ ДЛЯ
СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ СЧЕТЧИКОВ

1975

13 - 8581

А.Г.Петров, В.К.Сарычева, А.Н.Синаев

**АВТОМАТИЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК
КАНАЛОВ СОВПАДЕНИЙ ДЛЯ
СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ СЧЕТЧИКОВ**

**Научно-техническая
библиотека
ОИЯИ**

Петров А.Г., Сарычева В.К., Синаев А.Н.

13 - 8581

Автоматическое измерение характеристик каналов совпадений
для сцинтилляционных счетчиков

Описана автоматическая система, предназначенная для снятия кривых задержанных совпадений и измерения скорости счета в каналах сцинтилляционных счетчиков. Каждая контрольная операция производится одновременно во всех измеряемых каналах. Счетная и управляющая аппаратура выполнена в стандарте КАМАК. Обработка информации производится в ЭВМ ИР 2116С. Приведены блок-схемы разработанных программ.

Система применялась в экспериментах по изучению рассеяния пионов на ядрах гелия, которые проводятся с помощью стримерной камеры, управляемой сцинтилляционным годоскопом.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований

Дубна 1975

Электронная аппаратура, применяемая в экспериментах для детектирования частиц с помощью сцинтилляционных счетчиков нуждается в периодической калибровке и проверке. Причем эти операции должны проводиться как перед началом эксперимента, так и в процессе его проведения. Контролироваться могут такие параметры каждого счетного канала, как задержка электрического импульса, скорость счета, амплитуда импульсов, напряжение питания ФЭУ и т.д. Выполнение этих операций вручную требует значительного времени, так как, например, задержка электрического импульса в канале определяется обычно с помощью снятия кривой задержанных совпадений, а выбор питания ФЭУ производится после снятия счетной характеристики.

В связи с ростом числа сцинтилляционных счетчиков, применяемых в одном эксперименте, время, которое необходимо затрачивать на калибровку и проверку аппаратуры, увеличивается. Поэтому серьезное внимание стало уделяться вопросам автоматизации этих операций. Несколько таким систем уже описано в литературе¹⁻⁶. Они, как правило, основаны на принципе последовательного опроса всех каналов.

В настоящей статье описывается автоматическая система, предназначенная для снятия кривых задержанных совпадений и измерения скоростей счета в каналах сцинтилляционных счетчиков. Причем каждая контрольная операция производится одновременно во всех измеряемых каналах. Это дает большую экономию времени, затрачиваемого на ее выполнение, по сравнению с системой, основанной на последовательном опросе. Повышается и точность сопоставления параметров в разных каналах.

Очевидно, что параллельная система требует большего количества оборудования, но в ряде случаев это окупается указанными выше преимуществами.

Счетная и управляющая аппаратура выполнена в стандарте КАМАК. В дальнейшем предполагается перевод в этот стандарт и других блоков. Зарегистрированная контрольная информация передается для обработки в ЭВМ HP-2116C через накопительное устройство установки АИ-4096, используемое в качестве буфера^{17/}.

Блок-схема аппаратуры автоматического измерения приведена на рис. 1. Система может работать как от светодиодов, так и от частиц, генерируемых ускорителем, не мешая при этом ходу эксперимента. Предусмотрено два режима работы: снятие кривых задержанных совпадений и измерение скорости счета в каналах сцинтилляционных счетчиков.

В первом режиме в каждом канале производится одновременный счет импульсов, совпадающих с одним и тем же импульсом реперного канала, в который включена управляемая задержка. Импульсы от сцинтилляционных счетчиков Д, сформированные формирователями Ф, после прохождения через кабельные линии задержки ЛЗ подаются на схемы стробируемых совпадений СС. Они имеют минимальное разрешение 5 нс и рабочую частоту 90 МГц. Несколько таких схем совпадений можно использовать для контроля работы применяемых в эксперименте быстрых логических схем.

В качестве реперных используются импульсы от одного из сцинтилляционных счетчиков. Эти импульсы через смеситель подаются на управляемую линию задержки УЗ, задержка которой может меняться от 0 до 63 нс с шагом в 1 нс при помощи 7-разрядного регистра. Импульсы с выхода управляемой линии задержки через разветвитель подаются на стробирующие входы всех схем совпадений. Для контроля дрейфа электронной аппаратуры незадержанные реперные импульсы подаются на основной вход одной из схем совпадений.

Счет числа совпадений в каждом канале ведется счетчиками II группы, выполненными в стандарте КАМАК. Кроме счетчиков типа КС 001, в каркасе распо-

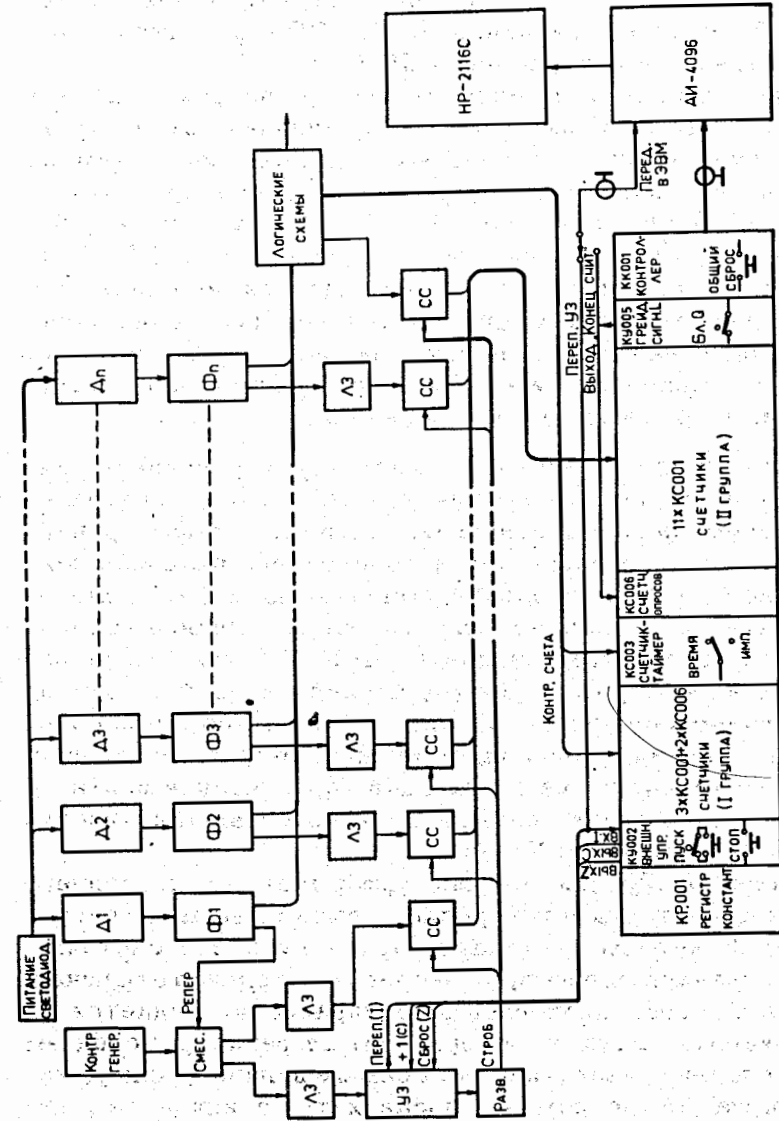


Рис. 1. Блок-схема аппаратуры автоматического измерения.

ложены счетчик-таймер с установкой экспозиции КС 003, регистр констант КР 001, блок внешнего управления КУ 002, грейдер сигналов L КУ 005 и контроллер с фиксированными программами КК 001⁸⁻¹¹.

Перед началом измерений на регистрах констант КР 001 записываются постоянные величины, отличающие этот эксперимент от остальных, а на счетчике-таймере КС 003 устанавливается время измерения при каждом значении задержки в блоке УЗ. С помощью кнопки Z - "Общий сброс", находящейся в контроллере КК 001, все блоки в каркасе, а также блок управляемой задержки устанавливаются в исходное состояние. Измерения начинаются при включении переключателя "Пуск" в блоке внешнего управления КУ 002, в результате чего с магистральной шины снимается сигнал запрета I.

При отсчете счетчиком-таймером установленного интервала времени с него подается сигнал L, и измерения при первом значении величины задержки в канале реперного импульса прекращаются благодаря установке сигнала запрета I. Начинается чтение информации с блоков каркаса и ее запись в последовательные ячейки накопительного устройства установки АИ-4096. Чтение производится контроллером в режиме последовательного сканирования адресов, причем I группа счетчиков, не используемая в снятии кривой задержанных совпадений, пропускается. Это происходит благодаря организации соответствующей комбинации сигналов L и включению блокировки сигнала Q в грейдере КУ 005.

После окончания чтения информации с последнего счетчика II группы в контроллере вырабатывается сигнал сброса С, который устанавливает в нуль все счетчики, кроме счетчика опросов, у которого этот сигнал отключен. Сигнал С через блок внешнего управления подается на управляемую задержку и переводит ее регистр в следующее состояние, увеличивая тем самым величину задержки на один шаг. Одновременно добавляется единица и в счетчик опросов импульсом, поступающим из грейдера сигналов L. После этого снимается сигнал запрета I, и начинается измерение при следующем значении задержки в реперном канале.

При поступлении в регистр управляемой задержки 64-го сигнала С на его выходе возникает сигнал переполнения, который подается в блок внешнего управления и включает сигнал запрета I. После этого дальнейшие измерения прекращаются. Сигнал переполнения подается также и в установку АИ-4096, вызывая передачу информации из ее накопительного устройства в ЭВМ НР-2116С. Для начала следующего цикла измерений требуется нажать кнопку "Общий сброс" в контроллере.

Второй режим - измерение скорости счета в каналах сцинтилляционных счетчиков - проводится, в основном, с использованием той же аппаратуры. Но для удобства используется отдельная группа счетчиков /I группа/, на которую подаются импульсы от сцинтилляционных счетчиков, прошедшие через определенные логические схемы. Измерение скорости счета проводится во время рабочей экспозиции. Если длительность экспозиции определяется регистрацией определенного числа событий, то счетчик-таймер КС 003 переводится в режим счета установленного числа импульсов. Измерения начинаются после нажатия кнопки "Пуск" в блоке внешнего управления КУ 002 и заканчиваются при поступлении определенного числа импульсов в счетчик КС 003. Затем осуществляется процесс передачи информации в установку АИ-4096. Блокировка сигнала Q в грейдере КУ 005 в этом режиме отключается, и благодаря установленной комбинации сигналов L производится последовательное чтение со всех блоков, начиная с первого и кончая счетчиком КС 003, установленным перед счетчиками II группы. После чтения данных с этого счетчика грейдер КУ 005 выдает сигнал "Конец считывания", который может быть использован для передачи информации из установки АИ-4096 в ЭВМ НР-2116С. Для установки системы в исходное состояние следует нажать кнопку Z в контроллере.

Описанная система автоматического измерения применялась в экспериментах по изучению рассеяния пионов на ядрах гелия, которые проводятся с помощью стримерной камеры, управляемой сцинтилляционным годоскопом /12,13/. Блок-схема расположения сцинтилляционных счетчиков приведена на рис. 2.

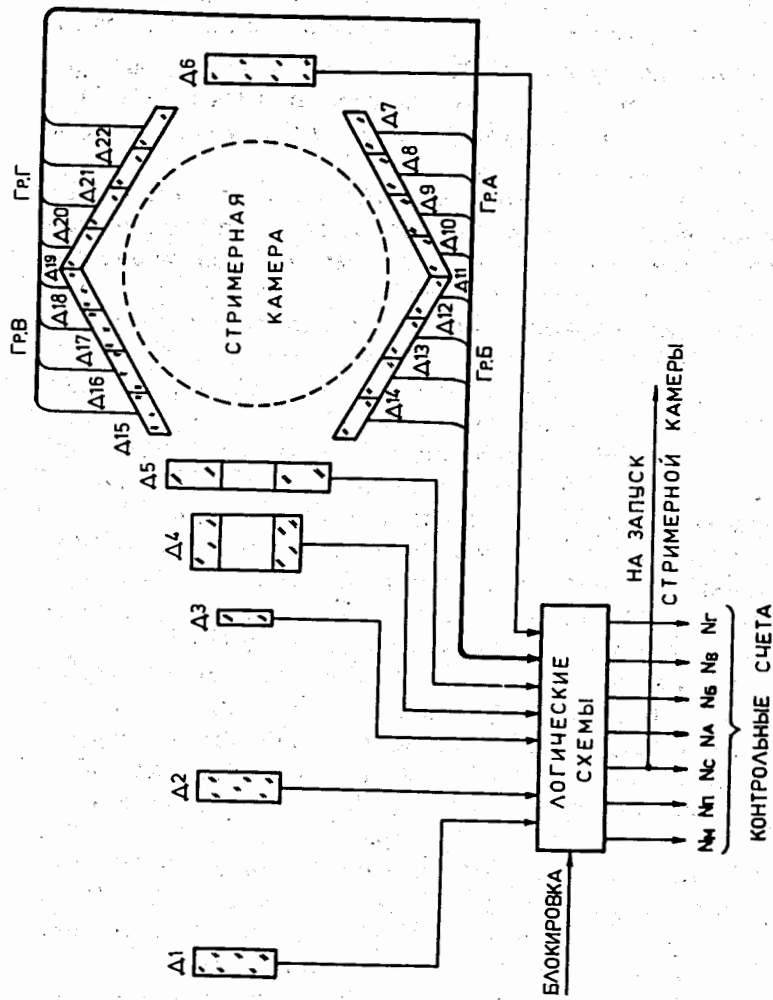


Рис. 2. Блок-схема расположения сцинтилляционных счетчиков в установке со стримерной камерой.

Снятие кривых задержанных совпадений /КЗС/ осуществлялось в 22 каналах сцинтилляционных счетчиков $\Delta 1 \div \Delta 22$. В ЭВМ передается массив, состоящий из 64 групп данных, каждая из которых содержит по 25 16-разрядных слов. Причем первые три слова несут служебную информацию /дата и параметры эксперимента – регистр КР 001, время экспозиции – счетчик-таймер КС 003 и номер измеряемой точки – счетчик КС 006/, а остальные – результаты измерения. Для приема и обработки этой информации разработаны две программы KZS1 и KZS2, написанные на ФОРТРАНе.

С помощью программы KZS1 /рис. 3/ производится определение кривых задержанных совпадений и их вывод на различные внешние устройства. Ввод информации в ЭВМ может производиться с установки АИ-4096 или магнитной ленты. Кривую задержанных совпадений составляют слова, имеющие один и тот же номер в каждой группе. Проверка правильности ввода производится с помощью двух тестов: содержимое второго слова в каждой группе должно быть постоянным числом /данные со счетчика-таймера КС 003/, а третьего слова – натуральным рядом чисел от 0 до 63 /данные со счетчика КС 006/. Кривые задержанных совпадений могут быть выведены на дисплей, телетайп /ТТ/, магнитную ленту /МЛ/, магнитный диск /МД/ или графопостроитель.

Для вывода на дисплей или телетайп выбираются слова с одним и тем же номером из всех 64 групп. Изображение на дисплее осуществляется с помощью подпрограммы DSPL. На телетайп выводятся также характеристики экспозиции /дата, время и номер/. Преобразование информации, записанной в двоично-десятичной форме, осуществляется подпрограммой FORM. На магнитную ленту поступившая информация записывается без изменений. На магнитный диск последовательно записываются данные для каждой кривой задержанных совпадений. В дальнейшем эта информация используется для вывода на графопостроитель по стандартной программе. Пример записи кривых задержанных совпадений на графопостроителе приведен на рис. 4.

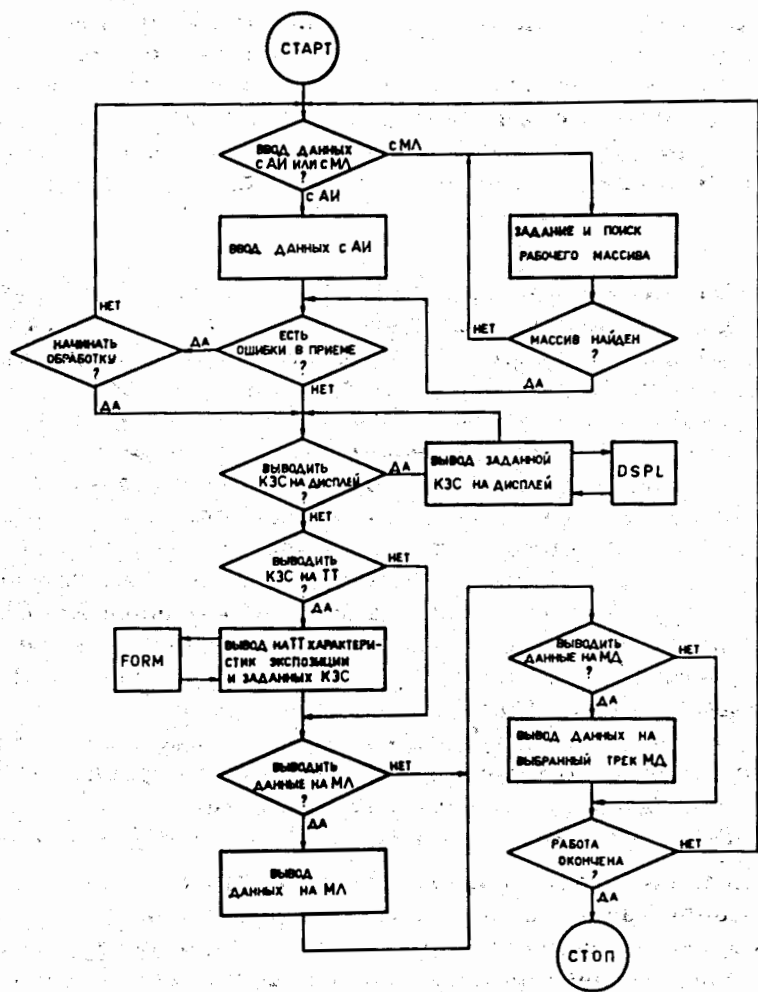


Рис. 3. Блок-схема программы KZS1.

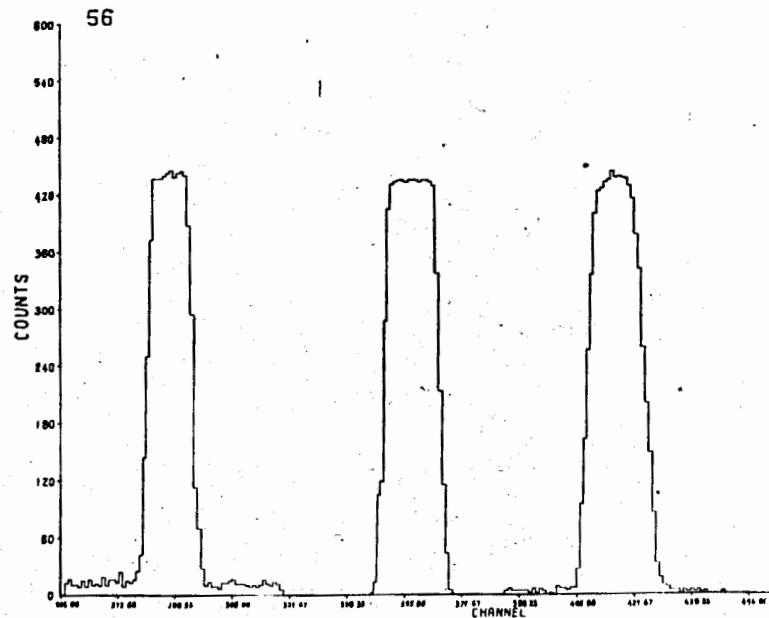


Рис. 4. Пример кривых задержанных совпадений, вычерченных графопостроителем.

Программа KZS2 /рис. 5/ предназначена для вычисления некоторых параметров измеренных кривых задержанных совпадений, а также для их сравнения с параметрами стандартных кривых. Начальная информация вводится с магнитной ленты. При вычислении параметров используются подпрограммы USS и BOUND. Контрольные данные массива и результаты вычислений печатаются на телетайпе в виде таблицы /см. стр. 15/. Номера строк (GROUP) означают номера соответствующих кривых задержанных совпадений. Программа определяет следующие параметры кривой задержанных совпадений, идеализированная форма которой показана на рис. 6:

- а/ максимальное число импульсов $N_{\text{макс}}$ (NMAX);
- б/ относительную задержку, т.е. центр тяжести заштрихованной кривой X_C (DELAY);
- в/ среднее число случайных совпадений $N_{\text{сл}}$ (ACC);

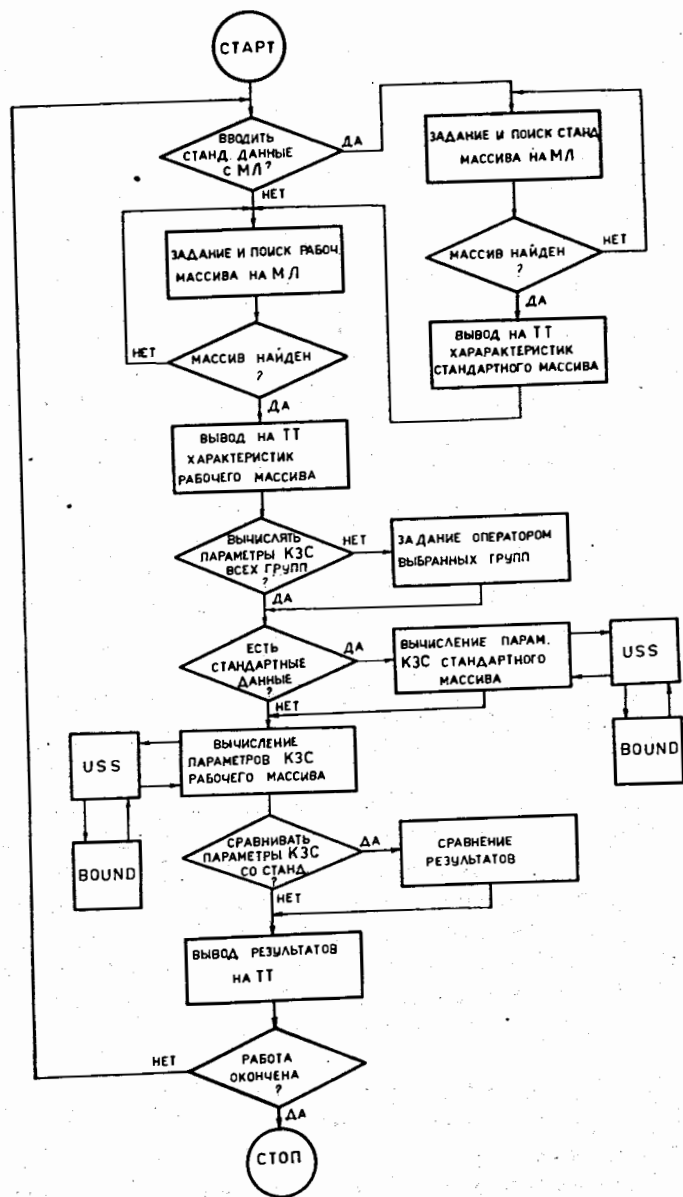


Рис. 5. Блок-схема программы KZS2.

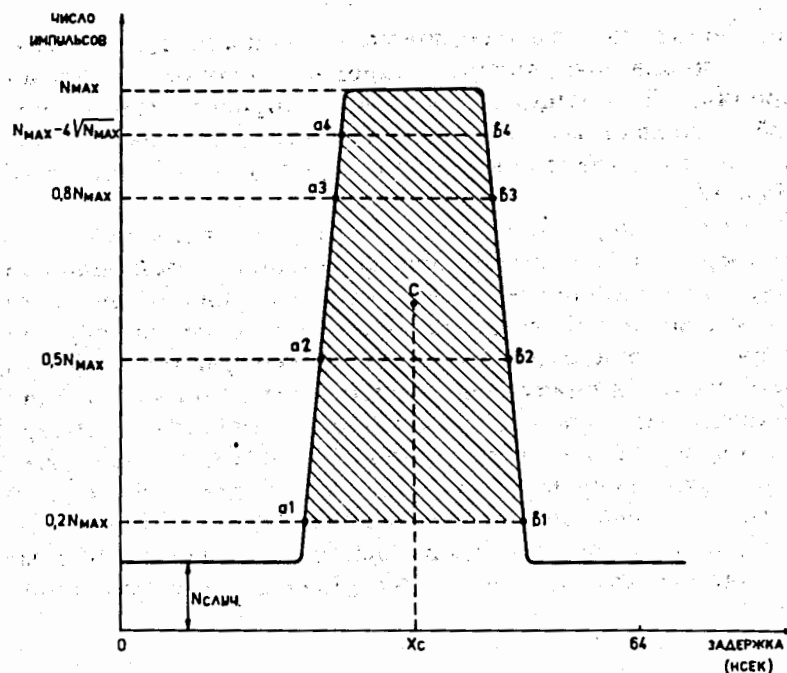


Рис. 6. Идеализированная форма кривой задержанных совпадений.

г/ ширину плато кривой $X_{b4} - X_{a4}$ (PLATEAU), где $a4$ и $b4$ - точки кривой, ординаты которых равны

$$N_{\text{макс}} - 4\sqrt{N_{\text{макс}}};$$

д/ абсцисса начала плато X_{a4} (NPLAT)

е/ коэффициент прямоугольности кривой $K_{\text{пр}} = \frac{X_{b3} - X_{a3}}{X_{b1} - X_{a1}}$

(KSTR), где $b3$, $a3$ и $b1$, $a1$ - точки кривой, ординаты которых равны соответственно $0,8 N_{\text{макс}}$ и $0,2 N_{\text{макс}}$; ж/ ширина кривой на полувысоте $X_{b2} - X_{b1}$ (2T).

Уровни по оси ординат, при которых вычисляются параметры, взяты из практических соображений.

Программа обеспечивает точность $0,1$ нс при определении центра тяжести и 1 нс при определении ширины

плато. Очевидно, что фактическая точность будет зависеть от числа импульсов, зарегистрированных во время измерений. В случае отсутствия хорошо выраженной кривой задержанных совпадений печатается текст о невозможности определения параметров /см. строку №25 в таблице/.

Режим измерения скорости счета используется, в основном, для проверки относительной эффективности работы годоскопических счетчиков. Причина отклонения от нормы может быть выяснена с помощью кривой задержанных совпадений. В режиме измерения скорости счета в каналах сцинтилляционных счетчиков экспозиция устанавливалась по заданному числу запусков стримерной камеры. На счетчик-таймер КС 003 поступают импульсы, включающие импульсное питание стримерной камеры. Контроль проводился в 7 счетных каналах /см. рис. 2/, причем регистрировались следующие величины:

а/ число частиц, прошедших через камеру /мониторный счет/

$$N_M = D1 \cdot D2 \cdot D3 \cdot \overline{D4} \cdot \overline{D5} \cdot D6;$$

б/ число частиц, выбывших из пучка

$$N_{II} = D1 \cdot D2 \cdot D3 \cdot \overline{D4} \cdot \overline{D5} \cdot \overline{D6};$$

в/ числа частиц, рассеянных в определенных направлениях:

$$N_A = N_{II} (D7 + D8 + D9 + D10); \quad N_B = N_{II} (D11 + D12 + D13 + D14);$$

$$N_B = N_{II} (D15 + D16 + D17 + D18); \quad N_{\Gamma} = N_{II} (D19 + D20 + D21 + D22).$$

г/ число запусков камеры $N_C = N_A + N_B + N_{\Gamma}$.

Передаваемый в ЭВМ массив информации состоит из 12 16-разрядных слов, первое из которых содержит дату и параметры эксперимента /регистр КР 001/, а последнее - число запусков стримерной камеры /счетчик-таймер КС 003/. Остальные слова содержат данные от счетчиков, причем для регистрации величин N_M , N_{II} и N_C отводятся двойные слова.

Таблица

STANDARD EXPOSITION

DATE: 6.12.1974

HOUR, MINUTES: 9.35

NUMBER: 1

EXPOSITION TIME=10*10**--1SEC.

WORKING EXPOSITION

DATE: 6.12.1974

HOUR, MINUTES: 9.55

NUMBER: 2

EXPOSITION TIME=10*10**--1SEC.

GROUP	NMAX	DELAY	ACC	PLATEAU	PLAT	KZC	ST	
NO.	IMP.	NSEC.	IMP.	NSEC.	NSEC.		NSEC.	
5	423	33.1	17.6	11.0	27.2	.69	14.2	STAND.
	446	33.2	32.7	11.0	27.2	.69	13.2	WORK.
	-5.22	.0	-74.62	.2	.2	.222	1.2	DIFF.
7	422	29.2	16.7	13.0	23.2	.62	16.0	STAND.
	444	29.3	24.6	13.0	23.2	.62	14.2	WORK.
	-5.02	.0	-47.32	.2	.0	.002	.0	DIFF.
8	431	26.1	21.6	13.0	19.2	.51	14.0	STAND.
	452	26.0	33.0	13.0	19.2	.31	14.2	WORK.
	-4.02	.1	-52.92	.0	.0	.002	.2	DIFF.
15	422	20.6	14.3	17.0	12.0	.71	20.0	STAND.
	440	20.7	24.6	17.0	12.0	.71	20.2	WORK.
	-4.22	.0	-71.52	.0	.0	.202	.2	DIFF.
16	416	18.5	10.3	12.0	12.2	.80	14.2	STAND.
	436	18.4	15.2	12.0	12.2	.80	14.0	WORK.
	-4.02	.1	-46.52	.0	.2	.202	.0	DIFF.
24	432	41.7	25.6	15.0	34.2	.79	16.0	STAND.
	455	41.3	32.7	14.0	35.2	.74	16.2	WORK.
	-5.02	.2	-19.92	1.2	-1.0	6.672	.0	DIFF.
25	STANDARD KZC UNDEFINED WORKING KZC UNDEFINED							

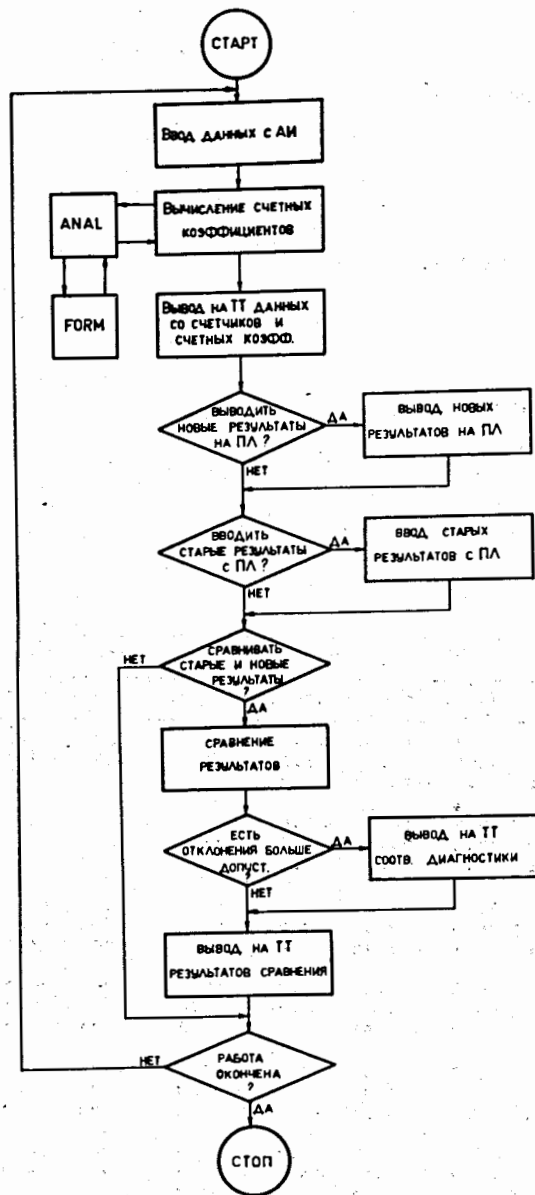


Рис. 7. Блок-схема программы DIAGN.

Программа DIAGN /рис. 7/ производит ввод данных с установки АИ-4096 в определение следующих коэффициентов:

а/ коэффициент суммирования $K_{\text{сум}} = \frac{N_A + N_B + N_V + N_\Gamma}{N_C}$;

б/ коэффициент отбора $K_{\text{отб}} = \frac{N_C}{N_M}$.

в/ коэффициент выбывания $K_{\text{выб}} = \frac{N_\Pi}{N_M}$;

г/ групповые коэффициенты

$$K_{AB} = \frac{N_A}{N_B}; K_{AG} = \frac{N_A}{N_\Gamma}; K_{BB} = \frac{N_B}{N_V}; K_{BG} = \frac{K_V}{K_\Gamma}.$$

Вычисление счетных коэффициентов производится с помощью подпрограммы ANAL. Программа может осуществлять также сравнение коэффициентов, полученных из очередного массива, с первоначальными значениями. Все результаты выводятся на телетайп. При наличии отклонений больше допустимых печатается соответствующий текст. Предусмотрен также вывод результатов на перфоленту и их обратный ввод.

В заключение авторы благодарят В.Г.Зинова и Ю.А.Щербакова за полезные дискуссии и интерес к работе, В.М.Гребенюка за помощь в наладке быстрых логических схем, Д.Б.Понтекорво и Х.И.Семерджиева - за участие в отладке программ, а также В.И.Ляшенко и Н.В.Лебедева за помощь при эксплуатации системы.

Литература

1. В. Zacharov, A. Peatfield. Труды Международной конференции по аппаратуре в физике высоких энергий, 1970, ОИЯИ, Д-5805, т. 1, стр. 52, Дубна, 1971.
2. F. Pozar. Nucl. Instr. and Meth., 91, No. 1, 253 (1971).
3. Б.Ю. Балдин, А.Костюк, А.И.Ронжин, З.Цисек, М.Шавловски. ОИЯИ, 13-6207, Дубна, 1971.
4. А.Г.Петров, Ю.А.Щербаков. В кн. "Научни трудове на Пловдивски Университет", т. 11, кн. 2, стр. 65, 1973.

5. А.Г.Петров, Ю.А.Щербаков. ОИЯИ, Р13-6859, Дубна, 1972.
6. P.Horvath. JINR, E13-6856, Dubna, 1972.
7. О.Н.Казаченко, С.В.Медведь, А.Н.Синаев, Б.Хан, Н.А.Чистов, ОИЯИ, 10-7123, Дубна, 1973.
8. Н.И.Журавлев, Нгуен Мань Шат, В.Т.Сидоров, А.Н.Синаев, А.А.Стахин, И.Н.Чурин. ОИЯИ, 10-7332, Дубна, 1973.
9. Н.И.Журавлев, Ли Зу Эк, Нгуен Мань Шат, А.Петров, В.Т.Сидоров, А.Н.Синаев, А.А.Стахин, И.Н.Чурин. ОИЯИ, 10-8114, Дубна, 1974.
10. Н.И.Журавлев, А.Н.Синаев. ОИЯИ, 10-7334, Дубна, 1973.
11. Н.И.Журавлев, Нгуен Мань Шат, В.Т.Сидоров, А.Н.Синаев, А.А.Стахин, И.Н.Чурин. ПТЭ, №3, 91, 1974.
12. I.V.Falomkin, M.M.Kulyukin, V.I.Lyashenko, A.G.Petrov, G.V.Pontecorvo, Ju.A.Sherbakov, International Symposium on Nuclear Electronics, Versailles, 1968, v. 1.
13. М.М.Кулюкин, В.И.Ляшенко, Ф.Никитиу, Г.Пираджино, Д.Б.Понтекорво, И.В.Фаломкин, Ю.А.Щербаков. ОИЯИ, Р1-6131, Дубна, 1971.

Рукопись поступила в издательский отдел
4 февраля 1975 года.