



В. И. Баскаков В. Н. Беляев А. П. Мелихов
А. Г. Тафинцев А. Н. Тихомиров

025-91

**УНИВЕРСАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС
ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СПЕКТРОВ
УГЛОВОЙ КОРРЕЛЯЦИИ
АННИГИЛЯЦИОННЫХ ГАММА-КВАНТОВ
И ИСПЫТАНИЯ
ПОЗИЦИОННО-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ
ДЕТЕКТОРОВ**

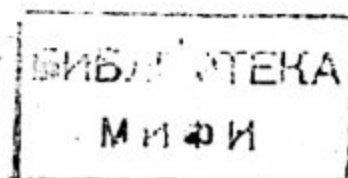
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО НАРОДНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ
МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

В. И. Баскаков В. Н. Беляев А. П. Мелихов А. Г. Тафинцев
А. Н. Тихониров

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СПЕКТРОВ УГЛОВОЙ
КОРРЕЛЯЦИИ АННИГИЛЯЦИОННЫХ ГАММА-КВАНТОВ И ИСПЫТАНИЯ
ПОЗИЦИОННО-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ДЕТЕКТОРОВ

Препринт 025-91

Утверждено
редсоветом института



Москва 1991

УДК 539.1.08

Баскаков В. И., Беляев В. Н., Мелихов А. П., Тафинцев А. Г.,
Тихониров А. Н. Универсальный комплекс для измерения
спектров угловой корреляции аннигиляционных гамма-
квантов и испытания позиционно-чувствительных детекторов.
М.: Препринт / МИФИ, 025-91, 1991, 24 с.

В настоящей работе описаны технические характеристики универсального стенда для испытания позиционно-чувствительных детекторов на базе спектрометра угловых корреляций аннигиляционных гамма-квантов. Дана блок-схема электронной системы съема и обработки информации. Изложены цели и схемы программного обеспечения для организации работы детекторов в линию с мини-ЭВМ ДВК-2. Подробно рассмотрена методика измерения параметров ПЧД и приведены данные калибровочных измерений для многопластинчатого детектора.



Московский инженерно-физический институт, 1991 г.

ВВЕДЕНИЕ

В экспериментах по аннигиляции позитронов в веществе для получения более информационных спектров об электронной структуре вещества методом угловой корреляции аннигиляционных гамма-квантов в угловых спектрометрах, разработанных в различных лабораториях мира, применяют позиционно-чувствительные детекторы (ПЧД). К ним можно отнести детекторы на больших кристаллах NaI(Tl) (сканера Ангера) [1] или детекторы с высоким пространственным разрешением на многопроволочных пропорциональных камерах (МПК) с использованием конвертора из высокоплотного вещества [2].

Несмотря на высокое пространственное разрешение таких детекторов, как МПК ($0,25 \times 0,3$ мрад), измерения спектров угловой корреляции аннигиляционных гамма-квантов с приемлемой статистикой ($\sim 10^7$ в спектре) на таких спектрометрах требует большого времени измерения (~ 12 дней при загрузке 150 соб/с в один детектор [3]), в первую очередь из-за малой апертуры используемых детекторов.

Нами был разработан спектрометр на базе двух многопластинчатых детекторов с угловым разрешением 0,7 мрад и временем измерения спектра не более 30 минут [7].

В процессе создания сцинтилляционных позиционно-чувствительных детекторов для спектрометров угловой корреляции аннигиляционных гамма-квантов: тонкого наклонного детектора [4], ПЧД с использованием годоскопических ФЭУ, широкоапертурного многопластинчатого детектора [5], возникла необходимость юстировки этих детекторов и проведения калибровочных измерений с целью определения приборной функции спектрометра и рабочих параметров ПЧД. При этом очень важной оказалась проблема совмещения плоскостей симметрии обоих детекторов так, чтобы они проходили через центр симметрии спектрометра, где размещается система источник-образец.

Для решения этой задачи нами был разработан универсальный стенд на базе стандартного углового

спектрометра аннигиляционных гамма-квантов, который позволяет проводить следующие эксперименты:

1. Эксперимент по измерению спектров углового распределения аннигиляционных фотонов (УРАФ) методом длиннощелевой геометрии (рис. 1) [6].

2. Измерение спектров УРАФ с помощью одного ПЧД, позволяющее значительно сократить время эксперимента (рис. 2).

3. Эксперимент с двумя ПЧД, позволяющий измерять угловой спектр без всяких перемещений (рис. 3).

4. Калибровка двух ПЧД (рис. 4).

5. Исследование изотропности распределения аннигиляционных гамма-квантов (рис. 5).

6. Изучение профиля пучка гамма-квантов после коллиматоров (рис. 6).

7. Эксперименты с двухкоординатным детектором.

В работе подробно рассмотрены результаты калибровочных измерений многопластинчатых детекторов аннигиляционных фотонов и методика испытаний различных ПЧД. Даны описания оригинальных электронных устройств, осуществляющих съём и накопление информации с многопластинчатого детектора, и описания программного обеспечения для работы углового спектрометра с двумя ПЧД в линию с мини-ЭВМ.

1. ОПИСАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО СТЕНДА

Спектрометр угловых корреляций аннигиляционных γ -квантов в случае длиннощелевой геометрии достаточно подробно описан в работе [6]. Остановимся кратко на его основных частях. Основой механической части спектрометра (рис. 1-6) является опорная станина каркасного типа. На станине 6 крепится свинцовый бокс 3 для источника позитронов и исследуемого образца (рис. 1-6). В механической части установки предусмотрена возможность мобильного перемещения коллиматоров 2 и детекторов 1, 5 на разное расстояние от радиоактивного источника (от 0,5 до 2,3 м), при этом ширина коллимационной щели может меняться от 50 мкм до нескольких миллиметров.

При юстировании двух ПЧД, расположенных на разных плечах спектрометра, необходимо добиться, чтобы плоскости симметрии детекторов и системы источник-образец совпадали. Для

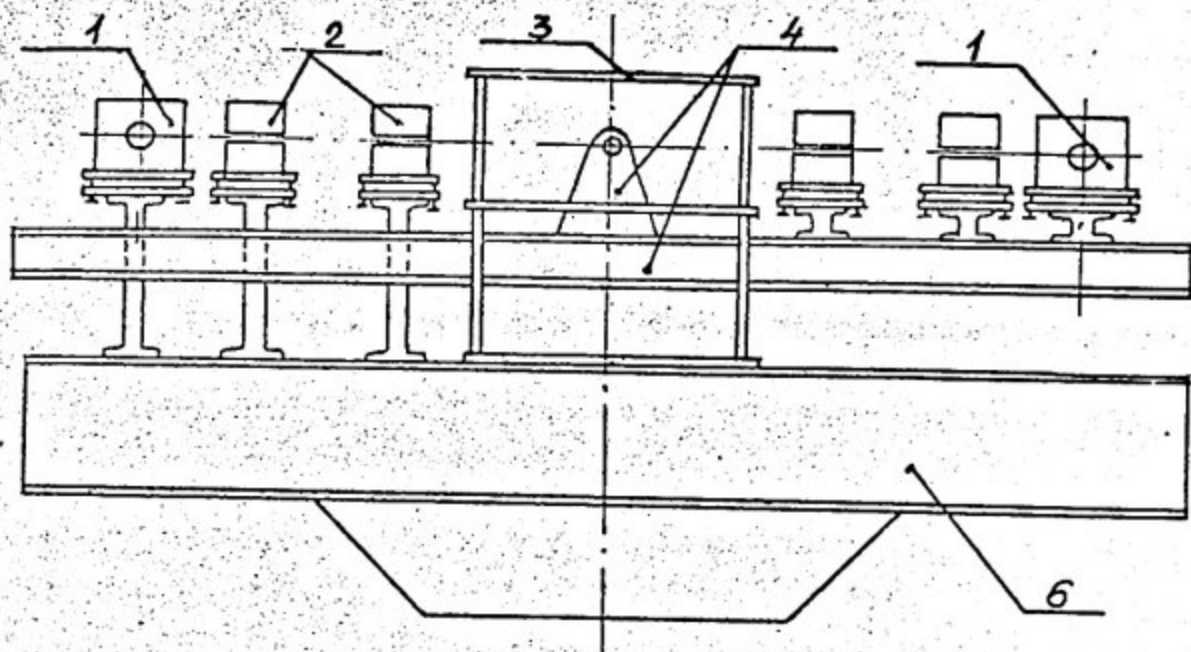


Рис. 1. Схема установки с длиннощелевой геометрией:

1. Однопластинчатый детектор. 2. Свинцовые коллиматоры.
 3. Центральный блок установки. 4. Подвижное плечо. 5. Прозиционно-чувствительный детектор. 6. Станина

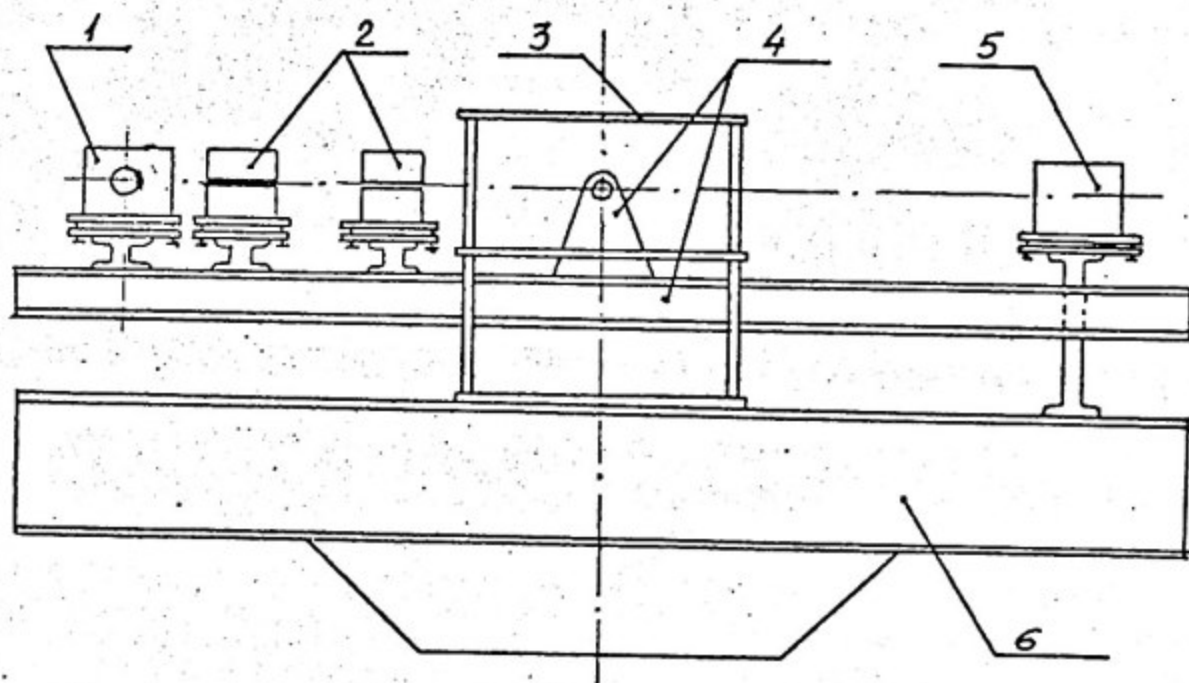


Рис. 2. Схема эксперимента для измерения УРАФ одним ПЧД

Обозначения на рис. 2-6, такие же, как на рис. 1.

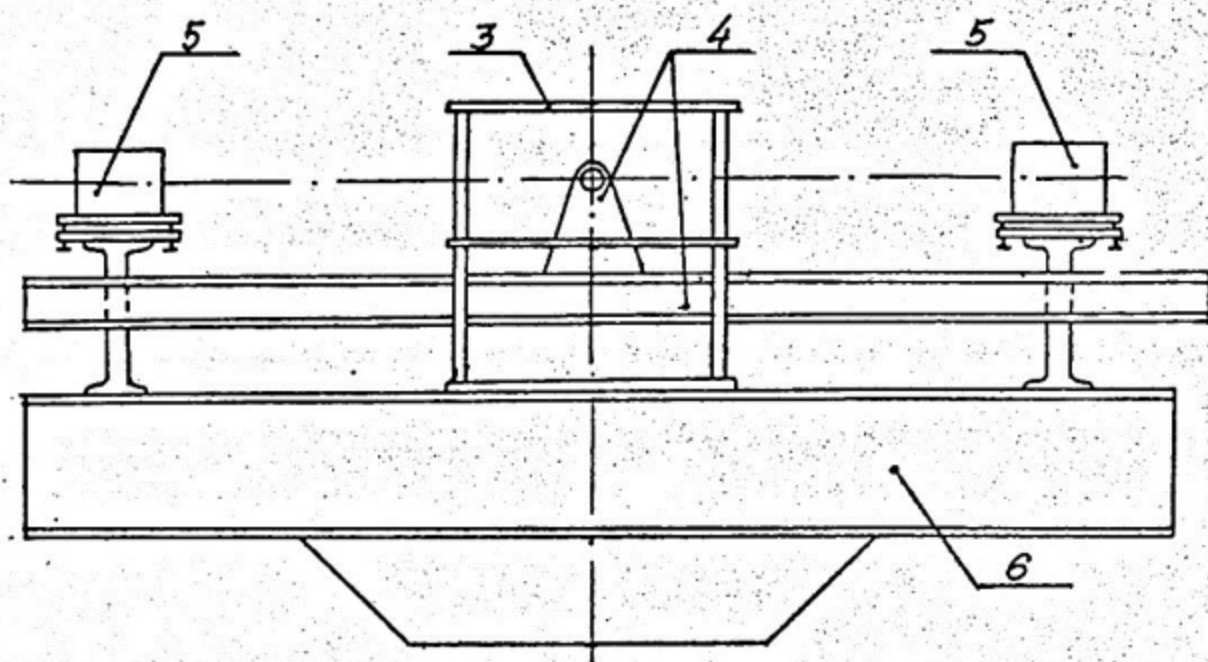


Рис. 3. Схена експеримента с двумя ПЧД

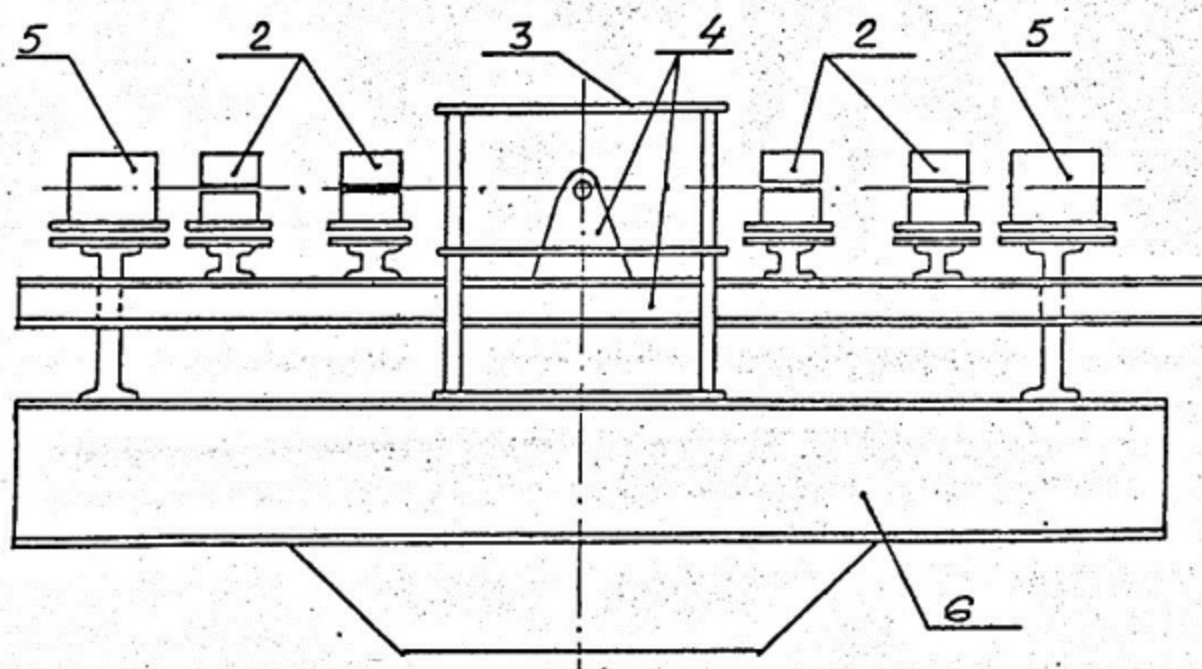


Рис. 4. Схена спектрометра для калибровки двух ПЧД

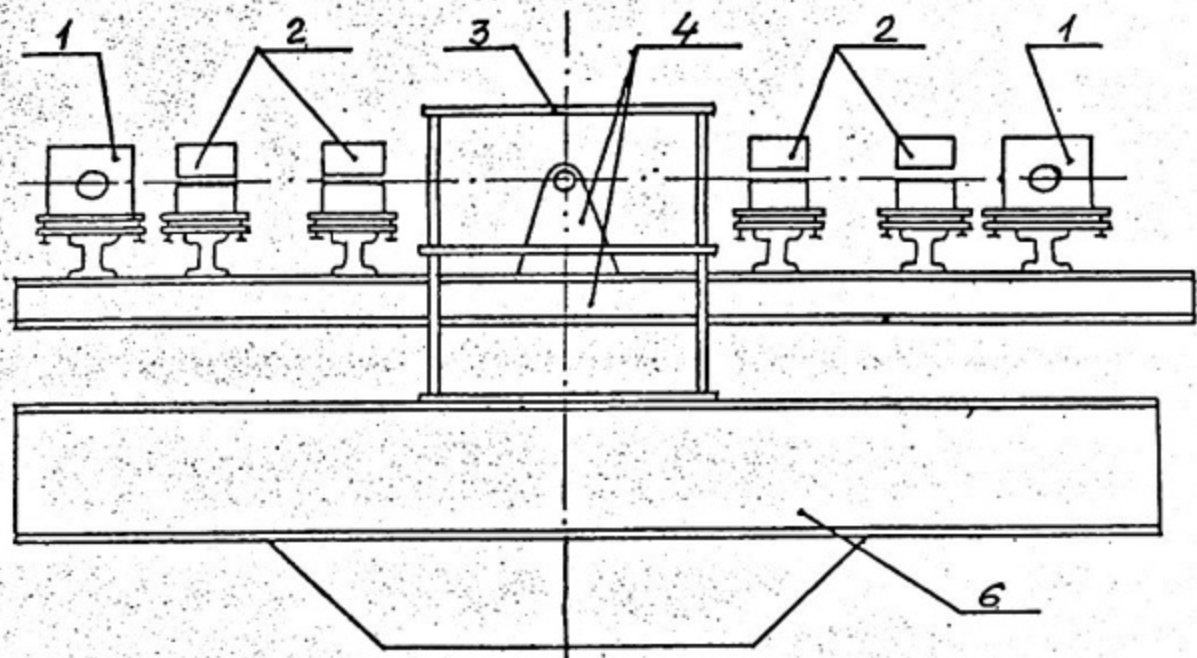


Рис. 5. Схема спектрометра для изучения изотропности распределения аннигиляционного излучения

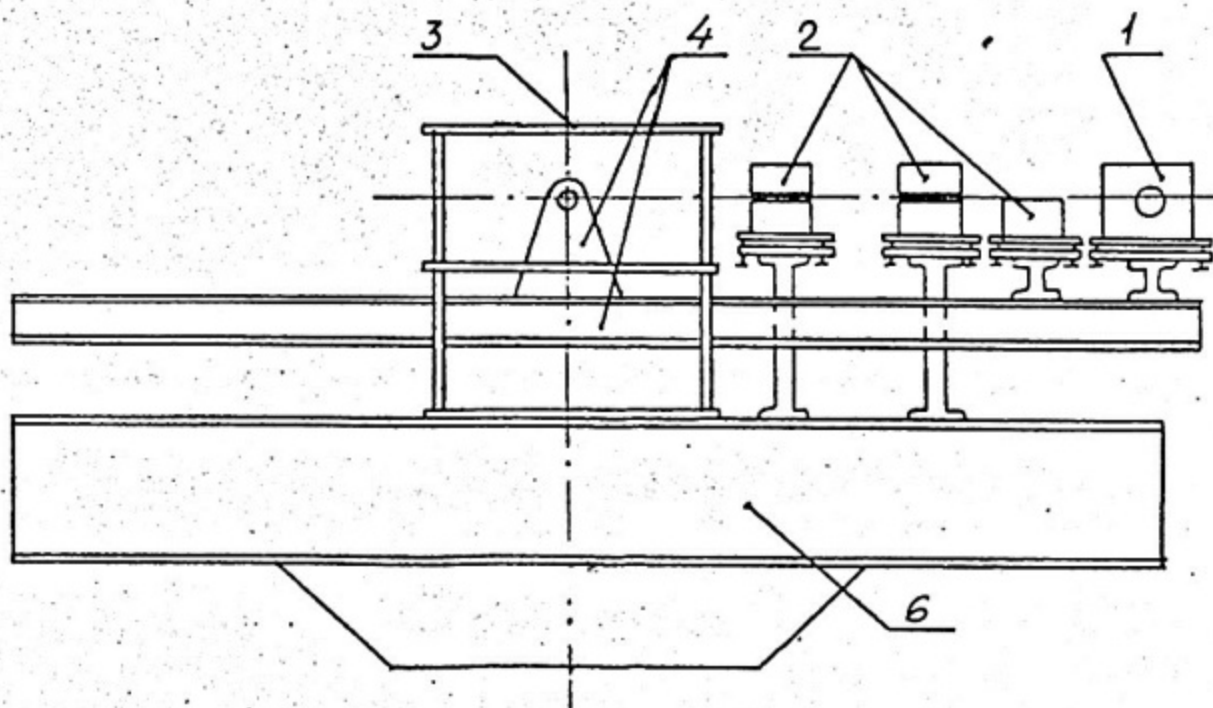


Рис. 6. Схема спектрометра для изучения профиля пучка γ -квантов после коллиматоров

достижения этой цели в отличие от спектрометров длиннощелевой геометрии подвижная часть универсального стенда выполнена в форме двухплечевого "коромысла" (рис. 1, поз. 4), ось вращения которого совпадает с геометрическим центром установки. При этом коллизаторы могут располагаться как на подвижном плече, так и на станине в зависимости от цели эксперимента. Это позволяет производить быструю юстировку коллизаторов и формировать подвижный тонкий пучок гамма-квантов справа или слева от источника.

При работе с многопластинчатым детектором и с детектором, описанным в работе [4], которые имеют соответственно пространственное разрешение ~ 1 мм и ~ 100 мкм, для получения калибровочного спектра и приборной функции детекторов потребовалось создание высокоточной системы перенесения коллизаторов, расположенных на подвижных плечах. Контроль за перенесением плеча достигается, благодаря закреплению на оси шагового двигателя системы червячной передачи и системы протяжки перфоленты, на которой закодированы номера точек (рис. 7). Одновременно с перенесением плеча переносится перфолента, код точек считывается перфосчитывателем и заносится в блок перенесения подвижного плеча (ППП, рис. 8). Блок ППП может работать как в автономном режиме, так и в линию с ЭВМ. Для визуального контроля на его передней панели предусмотрена индикация текущей и заданной точки, до которой необходимо осуществить перенесение. При совпадении их значений блок перенесения плеча дает сигнал для остановки двигателя. В крайних положениях плеча предусмотрена электронеханическая система остановки двигателя с целью предотвращения перенесения плеча за выбранную область измеряемых углов. При работе с ЭВМ после запуска рабочей программы плечо переносится за пределы нулевой точки, а затем возвращается в нулевую точку. Такой порядок установки плеча позволяет убрать люфты механической системы перенесений. В случае сбоя или при необходимости повторного запуска программы управления спектрометром вышеописанная процедура повторяется в той же последовательности. Благодаря жесткой механической связи перфоленты с осью шагового двигателя, мы получаем однозначное

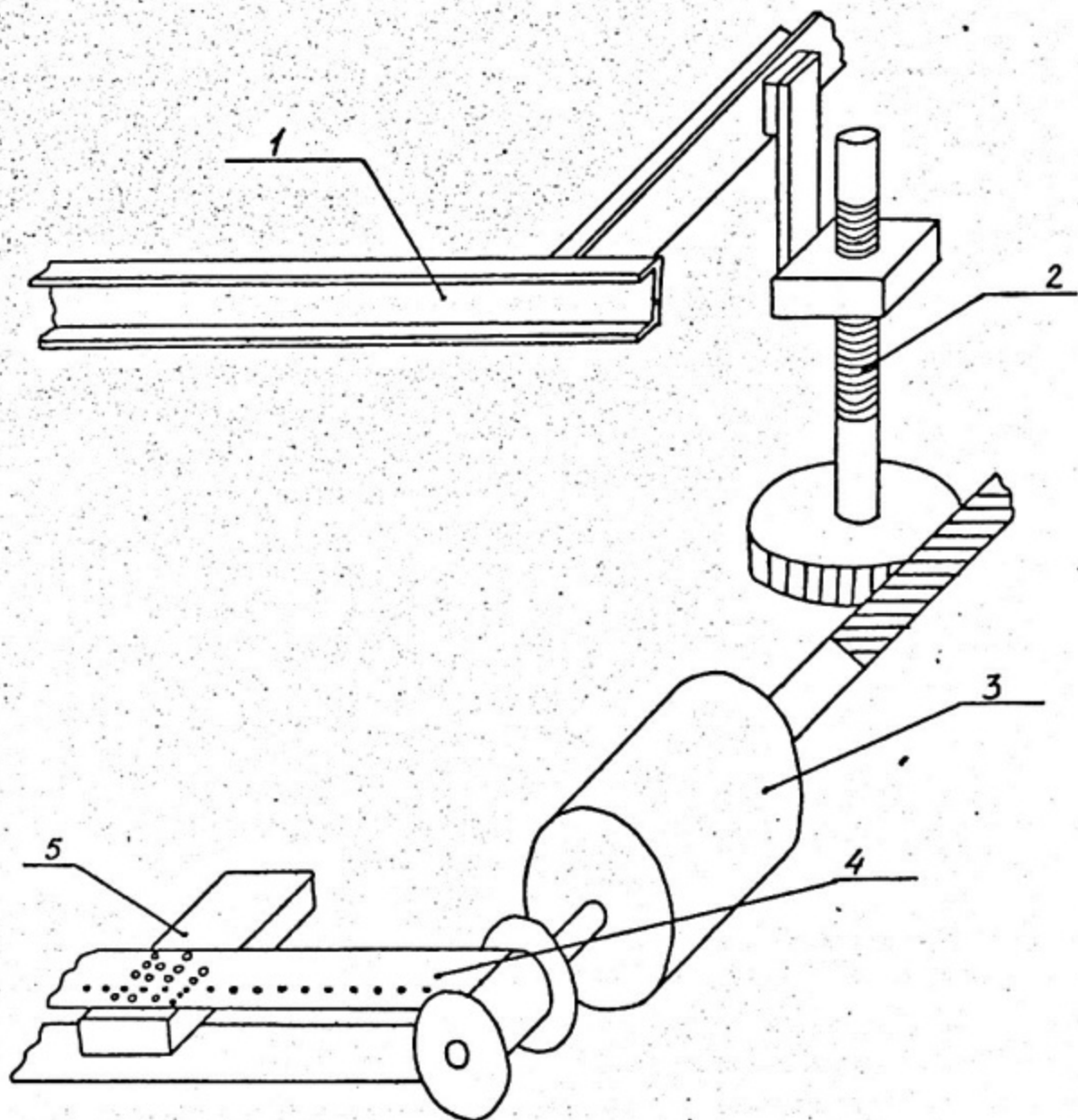


Рис. 7. Система перенесения подвижного плеча :

1. Подвижное плечо. 2. Червячная передача. 3. Шаговый электродвигатель. 4. Перфолента. 5. Перфосчитыватель.

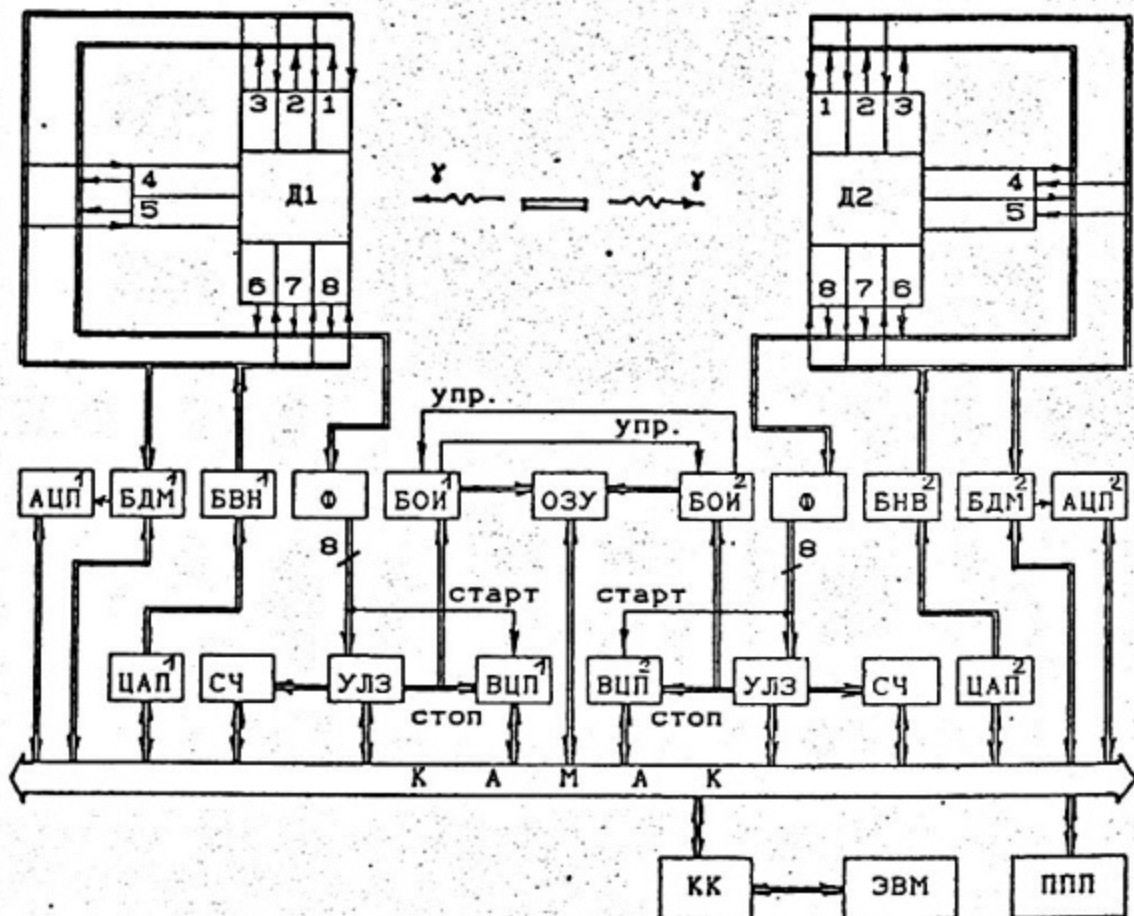


Рис. 8. Блок-схема системы съема и накопления информации с двух многопластинчатых детекторов; АЦП-амплитудно-цифровой преобразователь; Д1, Д2-многопластинчатые детекторы; БДМ - блок делителей и мультиплексор; БВН - блок высоковольтного напряжения; Ф-форнирователи; БОИ-блок обработки информации; ОЗУ-оперативно-запоминающее устройство; ЦАП-цифро-аналоговый преобразователь; СЧ-счетчики; УЛЗ-блок управляемых линий задержек; ВЦП- времяцифровой преобразователь; КК-контроллер крейта; ППП - блок перенесения подвижного плеча; ЭВМ - электронно-вычислительная машина

соответствие между номером считанной точки и положением плеча.

Минимальный поворот вала шагового двигателя (на 15°) соответствует линейному перемещению перфоленты на 5 мм, что обеспечивает перемещение плеча на 3 мм на расстоянии от источника 1 м. Точность выставления плеча в нулевую и в любую другую точку контролировалась микрометром, и в пределах его погрешности (10 мм) значение координаты плеча не менялось со временем. Диапазон перемещения плеча - 75 мрад.

2. ЭЛЕКТРОННО-РЕГИСТРИРУЮЩИЙ ТРАКТ СПЕКТРОМЕТРА С ДВУМЯ ПЧД

Среди сцинтилляционных позиционно-чувствительных детекторов, испытанных на универсальной стенде, лучшими параметрами обладает многопластинчатый детектор [4]: пространственное разрешение ~ 1 мм, эффективность регистрации аннигиляционных фотонов $\sim 50\%$, рабочая область регистрации 300×70 мм. В то же время многопластинчатый детектор представляет собой довольно сложное многоканальное устройство со специфическим способом кодирования номера пластины, применяемым для уменьшения числа фотозлектронных умножителей. Поэтому возникла необходимость наряду с хорошо известными электронными блоками, такими, как усилители, формирователи сигналов, управляемые линии задержки, высоковольтные источники питания, ЦАП и АЦП, применять и нестандартные устройства (рис. 8), разработанные нами специально для этого многопластинчатого детектора: блок обработки информации (БОИ) (рис. 9) и блок инкрементного ОЗУ (рис. 10).

БОИ состоит из мажоритарной схемы совпадений (МСС), кратность которой может устанавливаться в пределах от 1 до 8, и шифратора номера пластины. В блоке предусмотрена возможность программного маскирования входов и кратности совпадений МСС, а также плавного изменения разрешающего времени схемы совпадений t_p в пределах от 20 до 200 нс.

Многопластинчатый детектор устроен таким образом, что с каждой сцинтилляционной пластины свет распределяется на строго определенное число фотоумножителей (например на три). Такой способ кодировки позволяет уже на уровне МСС осуществлять отбор ложных совпадений в случае одновременного

срабатывания больше или меньше чем три фотоумножителя.

На рис. 8 приведена структурная схема блока обработки информации. Сигналы с детектора через формирователи по 8 каналам поступают на входы БОИ. С помощью элементов ИЛИ и регистров масок по входу (РМВ) можно с помощью ЭВМ запретить прохождение сигналов по тону или иному входу. После запоминаящих регистров (БР) сигналы поступают в блок вычисления кратности (БВК) с последующим преобразованием восьмиразрядного кода пластины в двоичный (шифратор Д). С появлением сигнала "Строб" в устройстве управления (УУ) двоичный код с дешифратора по дополнительной линии связи передается в блок ОЗУ (рис. 9). Разрешающее время схемы совпадений устанавливается одновибратором (ОД), который запускается по первому импульсу с детектора и разрешает запись сигналов в запоминаящий регистр с последующей блокировкой ОД на время обработки поступившей информации сигналом с УУ.

С блока вычисления кратности информация о том, какой кратности пришло событие в пределах разрешающего времени, поступает в блок обработки кратности (БОК) и выводится на переднюю панель. Предусмотрена визуализация кратности совпадений для настройки блока. Таким образом можно получить информацию о количестве событий любой кратности от 1 до 8. Если информация маскирована регистром маски кратности (РМК), то происходит общий сброс и блок БОИ снова готов к работе. Если событие пришло с нужной кратностью, то устройство управления после прихода сигнала готовности из блока ОЗУ выдает сигнал "Строб" и происходит передача информации в блок ОЗУ.

Блок обработки информации может работать совместно с другим аналогичным блоком. В этом случае сигнал "Строб" и запись в память осуществляется только после прихода через блок совпадений (БС) разрешающего сигнала с другого блока БОИ2 (рис. 8). Если в течении времени, задаваемого БС, сигнала не поступает, происходит сброс всех триггеров и снимается блокировка одновибратора в блоке БОИ1.

Блок обработки информации имеет следующие параметры :

1. Вреня обработки ложного события на жоритарной схемой сопадения определяется следующим соотношением: $T = t_p + 60 \text{ нс}$, где t_p - разрешающее время схемы совпадений.

2. Вреня обработки истинного события с последующей записью в блок ОЗУ увеличивается на время кодирования $t_k = 60 \text{ нс}$ и будет равно $T = t_p + t_k + 60 \text{ нс}$.

В связи с большими загрузками полезных событий ($\sim 10^5$ соб/с) в детектор перед записью информации в ЭВМ удобно использовать промежуточный блок памяти - инкрементное ОЗУ. Экспериментальная информация поступает в ОЗУ с блока предварительной обработки информации по дополнительной линии связи (рис. 8). По окончании экспозиции или при переполнении ячеек памяти происходит остановка работы блока ОЗУ и запускается режим его общения с ЭВМ для передачи накопленной информации в оперативную память ЭВМ. По окончании записи блок ОЗУ возвращается в режим накопления, а ЭВМ используется для предварительной обработки информации.

Блок схема ОЗУ представлена на рис. 10. В автономном режиме ОЗУ работает, вместе с одним или двумя блоками БОИ, с которых 14-разрядный двоичный код адреса ячейки по дополнительной линии связи (ДЛС) поступает в ОЗУ в зависимости от того, без совпадений или в режиме совпадений с другим плечом проводится эксперимент (см. рис. 8). При наличии двух управляющих сигналов - "Строб 1" (от БОИ1) и "Строб 2" (от БОИ2) устройство управления (УУ) выдает регистру адреса (РА) команду на запись адреса из блока БОИ. Выбранная по этому адресу информация из запоминающего устройства (ЗУ) записывается в регистр данных (РД), с выхода которого она поступает на входы арифметико-логического устройства (АЛУ), выполняющего операцию (A+1). Таким образом новое содержимое ячейки записывается по прежнему адресу, обратно в ЗУ. Управление блоками ЗУ и АЛУ осуществляется с помощью сигналов с устройства управления. По окончании рабочего цикла УУ выставляет сигнал "Гот.", поступающий в БОИ, который свидетельствует о готовности блока для обработки следующей информации. При достижении содержимого любой ячейки ОЗУ максимального значения (2^{16}), а также в случае специальных команд с канала каркаса КАМАКА блок прекращает накопление

информации и переходит в режим общения с ЭВМ. При этом происходит считывание информации, хранящейся в ЗУ, через РД в память ЭВМ.

Весь процесс обработки информации в блоке ФЗУ занимает 500 нс, а его емкость обеспечивает запись - 16384 16-разрядных слов.

Разработанные нами блоки ФЗУ и БОИ достаточно универсальны и пригодны для организации работы различных вариантов многопластинчатых детекторов (при изменении числа детектирующих элементов и различных способах кодирования номера пластин). Блоки устойчиво работали в течение двух лет в экспериментах с общими загрузками 10^7 соб/с, из которых полезные составляли 10^5 соб/с.

Использование большого числа фотоумножителей в многопластинчатых детекторах и соответственно наличие большого количества электронных блоков для формирования сигналов ставит проблему временного согласования прихода сигналов на входы логической схемы совпадения блоков БОИ.

Это согласование можно осуществить путем подгонки с помощью описанного блока БОИ и блока управляемых линий задержек (УЛЗ). В блоке БОИ устанавливается временное разрешение 10 нс и снимается полка совпадений для всех каналов ФЗУ относительно одного из них. Задержка каждого канала ФЗУ осуществляется программно с помощью блока УЛЗ. В программе предусмотрено определение оптимальной задержки каждого канала ФЗУ, и ее значение вводится постоянно в соответствующий канал УЛЗ. К сожалению, этот способ не позволяет корректировать величину задержек во время эксперимента.

Наиболее привлекательным является использование временя-цифрового преобразователя (ВЦП), включенного в схему эксперимента (см. рис. 8). Сигнал с одного из фотоумножителей без использования линии задержки подается на вход "Старт" восьмиканального ВЦП; на стоповые входы приходят сигналы через блок УЛЗ с остальных ФЗУ детектора. ЭВМ считывает временные спектры задержек каждого из ФЗУ относительно стартового за определенное время экспозиции, и обслуживающая программа (D56) вычисляет центры тяжести этих спектров. Эти

значения выставляются ЭВМ через каналы каркаса в каждом блоке УЛЗ.

Не менее важным является вопрос получения стабильных результатов в многочасовых экспериментах. Использование большого количества фотоумножителей в многопластинчатых детекторах требует повышенного внимания к стабильности питания фотоумножителей. Для этого была разработана система контроля и управления высоковольтным питанием ФЭУ, которая включает в себя наряду с блоком высоковольтного напряжения БНВ-30 блок делителя высокого напряжения (БДН), ЦАП и 14-разрядный АЦП (рис. 8). На переднюю панель БДН подается высокое напряжение с БНВ-30, которое делится резистивным делителем в 1000 раз. Пониженное таким образом напряжение поступает на релейный мультиплексор и на АЦП. Управление мультиплексором осуществляется вручную или от ЭВМ. АЦП оцифровывает поочередно это значение напряжения для каждого канала ФЭУ, и его цифровое значение считывается в память ЭВМ. При необходимости изменения высокого напряжения одного из каналов нужный цифровой код подается на ЦАП, связанный с соответствующим управляющим входом БНВ-30.

3. МЕТОД КАЛИБРОВКИ ПЧД

На рис. 4 изображена схема эксперимента, позволяющая проводить калибровочные измерения и юстировку двух многопластинчатых детекторов. Четыре коллиатора, закрепленные на подвижном плече по два с разных сторон от радиоактивного источника, формируют узкий (~ 300 мкрад) пучок гамма-квантов, разлетающихся в плоскости под углом 180° . Вращая эту плоскость (перемещая плечо), сканируем два многопластинчатых детектора, расположенных сразу за коллиаторами, и измеряем скорость счета в каждой пластине за определенное время экспозиции. В результате сканирования по всем пластинам получается калибровочный спектр, фрагмент которого изображен на рис. 11. Каждый пик спектра соответствует определенной сцинтилляционной пластине детектора. При помощи юстировочных винтов можно менять угол наклона детектора относительно станины и, снимая после каждого движения калибровочный спектр, удается добиться

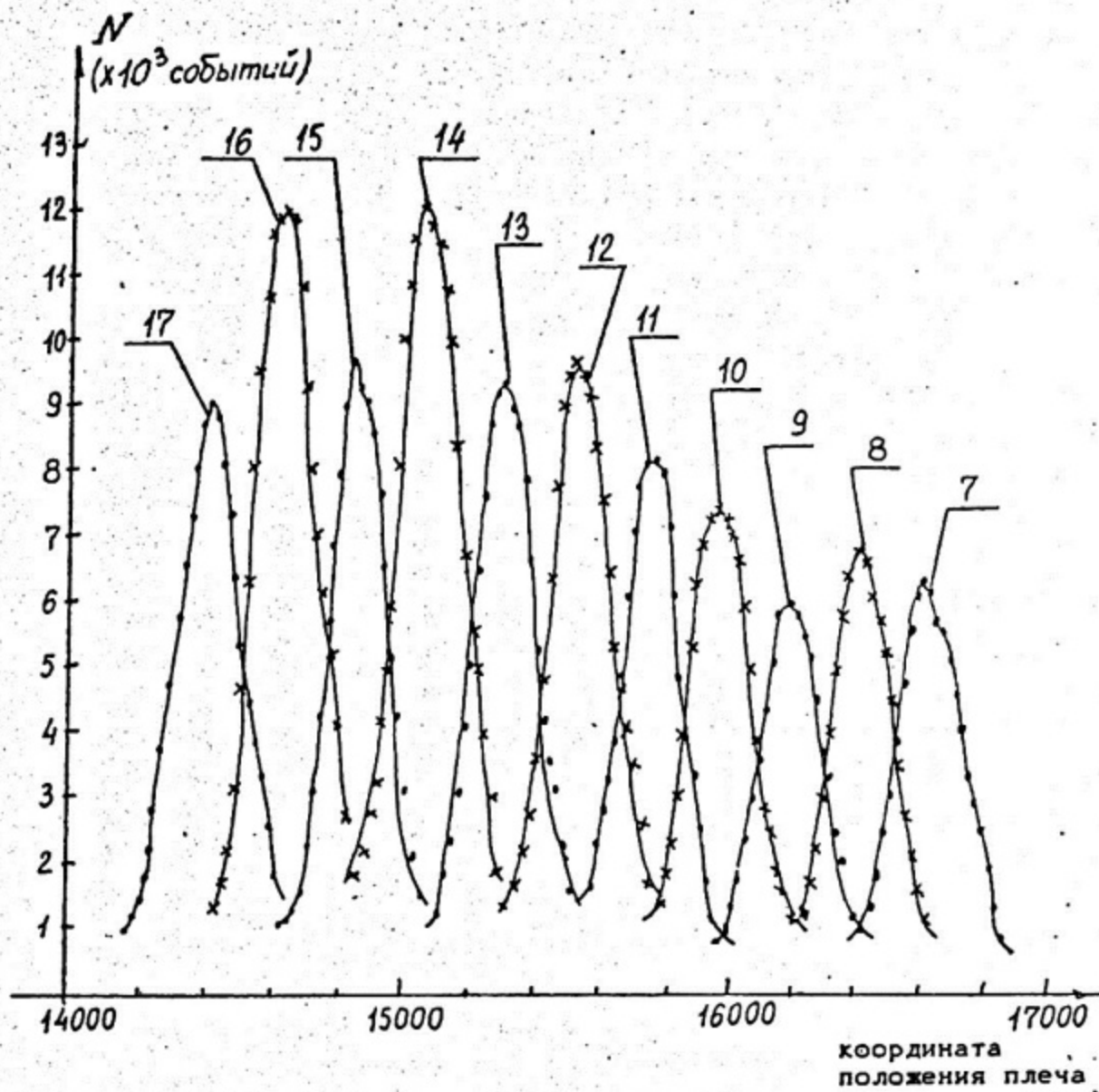


Рис. 11. Фрагмент калибровочного спектра многопластинчатого детектора (1 точка перенесения = 3 мкрад).

положения, при котором все пики имели бы максимальную площадь и наименьшее значение ширины на полувысоте (FWHM). Такая процедура позволяет выставить детекторы так, чтобы плоскости всех пластин проходили через радиоактивный источник. Аналогичным образом можно добиться, чтобы центральные пластины детекторов лежали в одной плоскости. При этом пики, соответствующие этим пластинам, будут располагаться в одном месте на калибровочных спектрах. После соответствующей математической обработки из калибровочных спектров удается получить информацию о пространственном разрешении каждого детектирующего элемента, расстоянии между ними, их относительных эффективностях и об угловом разрешении спектрометра.

Сравнивая скорости счета аннигиляционных гамма-квантов в каждой отдельной сцинтилляционной пластине детектора со скоростью счета в детекторе с известной эффективностью в одинаковых геометрических условиях и при одинаковом времени экспозиции, можно получить экспериментальную оценку эффективности каждой пластины и ПЧД в целом. Для 56-пластинчатого детектора эта величина составляет $48 \pm 5\%$, при этом экспериментальная оценка углового разрешения спектрометра с двумя детекторами равна 0.70 ± 0.05 мрад [7].

4. ПРОГРАММНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

Электронные модули, обслуживающие эксперименты калибровки позиционно-чувствительных детекторов и измерения угловых спектров аннигиляционных гамма-квантов, управляются работающей в линию мини-ЭВМ ДВК-2 в соответствии с программным пакетом, включающим в себя программы D56, O56, LPT.

D56 позволяет управлять всем ходом эксперимента: переводить подвижное плечо, накапливать экспериментальные данные, контролировать поканальные загрузки ФЭУ, следить за временными задержками каждого канала и при необходимости менять их программно с помощью блока управляемых линий задержек, выводить сообщения как текстовые, так и графические о ходе эксперимента на монитор.

O56 переводит экспериментальные данные из архивного

(плотнупакованного) вида в символный для визуального просмотра, а также позволяет проводить предварительную обработку полученных результатов.

LPT предназначена для вывода на экран цветного дисплея (СЦДР) графической информации, для обработки экспериментальных спектров и вывода на печать копии экрана в нужном масштабе.

Блок-схема программы D56 показана на рис.12. Она включает в себя управляющую программу, подпрограммы обслуживания счетчиков, тайнера, временцифрового преобразователя (ВЦП), блоков БОИ, УЛЗ, ППП, ОЗУ и подпрограммы, обеспечивающие взаимодействие с устройством ввода-вывода.

Программа D56 работает в диалоговом режиме. В начале работы фиксируется дата и текущее время для того, чтобы в случае работы с источником $Cu-64$ можно было рассчитать необходимые времена экспозиции с учетом его периода полураспада.

Программа может работать в двух режимах - автоматическом и в режиме "меню" и осуществляет по командам следующие возможности:

С - запрашивает исходные условия эксперимента (тип источника, имя файла, в котором записаны номера точек перемещения, имя файла, куда будут записаны результаты измерений, время экспозиции в каждой точке спектра),

О - позволяет записывать экспериментальные спектры и информацию об условиях эксперимента в файле на диск,

І - выводит эту информацию на монитор,

Р - управляет перемещением подвижного плеча и устанавливает его в нужную точку,

Н - выводит на экран монитора гистограмму зависимости времени регистрации импульса с любого ФЭУ относительно стартового события. Эта информация используется для управления блоком УЛЗ.

С - выводит на экран монитора показания счетчиков,

Т - осуществляет индикацию данных с ВЦП и БОИ на монитор.

Н - осуществляет управление экспериментом во время экспозиции.

По команде N программа настраивает линии задержки для каждого канала детектора, подвижное плечо устанавливается в нужную точку и начинается процесс измерений.

Для каждой точки спектра фиксируется следующая информация:

- число импульсов с каждого ФЭУ за время экспозиции,
- число импульсов с каждой пластины детектора,
- номер текущей точки,
- время экспозиции в текущей точке.

В дальнейшем экспериментальный спектр обрабатывается с помощью программ 056, LPT, которые осуществляют построение спектра на ЦДР (цифровой дисплей растровый) в том или ином масштабе и вывод его на печатающее устройство D100. В предварительную обработку спектров входит также расчет их параметров.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Описанный универсальный измерительный комплекс, созданный на базе спектрометра для измерения угловых корреляций аннигиляционных гамма-квантов, существенно облегчает измерение рабочих параметров позиционно-чувствительных детекторов и испытание их в экспериментах по угловой корреляции аннигиляционных гамма-квантов. Комплекс обладает рядом существенных особенностей:

- высокоточной системой перенесения, состоящей из двух подвижных плеч, дающей возможность проведения калибровки детекторов с высокой точностью и измерения параметров детекторов с высоким пространственным разрешением (~100 мкм) [4].

- электронной системой обработки информации, позволяющей контролировать электрические параметры детекторов с большим числом фотоумножителей и осуществлять съём и накопление большого потока информации с позиционно-чувствительных детекторов.

На спектрометре проводились испытания многопластинчатых детекторов различных модификаций [5], позиционно-чувствительных детекторов с фотоскопическими фотоумножителями и тонкого наклонного детектора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. West R.N. et al. // J. Phys. F: Sci. Instr., 1981, v.14, N4, p. 478-488.

2. Jeavons A.P. et al. // Trans. Nucl. Sci., NS-30, N1, p. 640-695, 1983.

3. Manuel A.A. et al. // in Proc. 6th Inter. Conf. on Positron Annihilation, 1982, p. 281-290.

4. Баскаков В.И. и др. Однокоординатный позиционно-чувствительный детектор аннигиляционного гамма-излучения с высоким пространственным разрешением. Препринт/ МИФИ, 1989, 036-89.

5. Belyaev V.N. et al. // in Proc. 8th Inter. Conf. on Positron Annihilation, 1988, p. 666-668.

6. Беляев В.Н. и др. Система автоматического управления аннигиляционной установкой // ПТЭ, 1980, N2, с. 83.

7. Баскаков В.И. и др. Широкоапертурный однокоординатный детектор для спектрометров угловых корреляций аннигиляционных гамма-квантов. С Препринт/ МИФИ, находится в печати).

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Описание универсального стенда.....	4
2. Электронно-регистрирующий тракт спектрометра с двумя ПЧД	11
3. Метод калибровки ПЧД.....	16
4. Программное обслуживание эксперимента.....	18
Заключение.....	21
Список литературы	22

Баскаков Владимир Иванович
Беляев Владимир Никитич
Мелихов Александр Павлович
Тафинцев Антон Германович
Тихониров Андрей Николаевич

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СПЕКТРОВ УГЛОВОЙ
КОРРЕЛЯЦИИ АННИГИЛЯЦИОННЫХ ГАММА-КВАНТОВ И ИСПЫТАНИЯ..
ПОЗИЦИОННО-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ДЕТЕКТОРОВ.

Рукопись поступила в издательский отдел 10.06.91

Ответственный за выпуск А.Г.Тафинцев

Редактор Н.Н. Антонова

Подписано в печать 5.7.91

Формат 60x84 1/16 Объем 1,5 п. л. Тираж 100 экз.
Изд. N 025-91 Цена 10 коп. Заказ 1520

Московский инженерно-физический институт. Типография МИФИ.
115409, Москва, Каширское шоссе, 31