

С 344.13 + С 344.3с

ЖТЭ, 1972, №, с 39-42

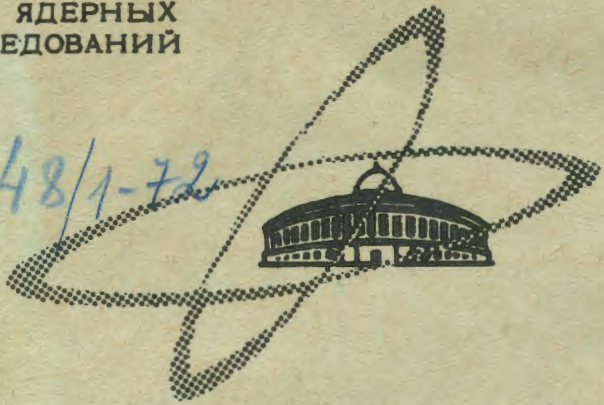
К-777

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

13-6088

48/1-72



В.А.Крамаренко, М.Н.Хачатурян

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ
СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО КАНАЛА
ЧЕРЕНКОВСКОГО СЧЕТЧИКА

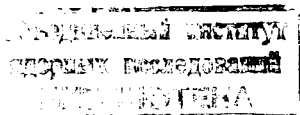
1971

13-6088

В.А.Крамаренко, М.Н.Хачатурян

СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ
СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО КАНАЛА
ЧЕРЕНКОВСКОГО СЧЕТЧИКА

Направлено в ПТЭ



В некоторых проводимых на ускорителях экспериментах по поиску редких распадов, в которых измеряется энергия частиц сцинтилляционными или черенковскими датчиками с фотоумножителями, необходимо обеспечить стабильное измерение амплитудных спектров в течение длительного времени (порядка 1 месяца).

Анализ амплитудной нестабильности измерительных каналов таких датчиков показывает, что основной вклад в нестабильность дает изменение коэффициентов усиления фотоумножителей. В частности, при измерении энергии γ - квантов черенковским ливневым спектрометром полного поглощения (с разрешением 10%) ^{/1/} нестабильность результатов за счет фотоумножителей доходит до 10% (рис. 1а) при стабильности электронной аппаратуры меньше 1% (рис. 1б). Такой дрейф амплитуды сравним с разрешением спектрометра, и это существенно ограничивает точность измерений.

Для осуществления амплитудной стабилизации этого спектрометра использована реперная световая вспышка α -частиц ^{243}Am с энергией 5,48 Мэв в кристалле CsI(Tl) размерами $10 \times 10 \times 0,2 \text{ мм}^3$. Нестабильность такого светового датчика может возникнуть в результате изменения светового выхода кристалла от температуры ^{/2/}.

В работе проводилось исследование температурной нестабильности световых кристалла $CsJ(Tl)$. График этой зависимости представлен на рис. 2а. Как видно из рисунка, в диапазоне температур от $18^{\circ}C$ до $90^{\circ}C$ световой выход кристалла практически не меняется. Для сравнения на рис. 2б приведена температурная нестабильность фотоумножителя ФЭУ-49, на котором производились измерения.

Таким образом, выбранный датчик света дает строго постоянную световую вспышку, не зависящую от внешних факторов.

Недостатком этого реперного источника является отсутствие регулировки амплитуды сигнала. Однако циклический характер работы ускорителя и системы стабилизации, которая включается во время между циклами ускорения, позволяет следующим образом ввести регулировку амплитуды реперного сигнала α - источника.

Рассмотрим блок-схему спектрометрического канала черенковского спектрометра полного поглощения (рис. 3). Свет из блока черенковского детектора \tilde{C} преобразуется фотоумножителем ФЭУ-49 в сигнал тока, который усиливается в 6 раз блоком линейного усилителя ЛУ^{3/}. На выходе ЛУ импульс ослабляется в 6 раз. Затем сигнал интегрируется (блок И), пропускается через линейные ворота (блок ЛВ) и анализируется аналого-цифровым преобразователем АЦП. Далее блок стабилизации корректирует усиление в канале по реперному α - источнику.

Запас по усилению позволяет ввести на выходе ЛУ пассивный аттенюатор А с управлением ослабления во время между циклами работы ускорителя. В качестве управляемого переключателя в блоке аттенюатора использовалось реле типа РСМ. Во время цикла ускорения (1 сек) включается рабочее ослабление исследуемых сигналов в 6 раз. Во время паузы между циклами работы ускорителя вводится ослабление для реперных сигналов от 1 до 6 раз в зависимости от величин резисторов в аттенюаторе.

Следует отметить, что на стабильность введенного ослабления может повлиять изменение сопротивления контактов реле и температурные изменения величин сопротивлений в делителе, так как эти элементы не охвачены обратной связью. Для реле выбранного типа долговременное изменение сопротивления пары контактов не превышает 0,04 ома, что соответствует нестабильности усиления $\frac{0,04 \text{ ом}}{50 \text{ ом}} = 0,8\%$. Нестабильность за счет температурного коэффициента сопротивления (ТКС) резисторов может быть уменьшена путем применения в делителе резисторов типа БЛП, для которых ТКС 0,1% на 1°С.

Для стабилизации коэффициента усиления спектрометрического канала выбрана система стабилизации цифро-аналогового типа ^{/4/}, которая сравнивает интенсивности частиц в двух цифровых "окнах" на склонах реперного α - спектра, рис. 4а. В случае смещения α - спектра относительно цифровых окон возникающие сигналы разбаланса преобразуются системой стабилизации в аналоговый сигнал коррекции, управляющий коэффициентом преобразования АЦП. Рассмотрим логику работы блока стабилизации, рис. 4б.

Серия импульсов с выхода АЦП устанавливает в адресном регистре (пересчетная схема) цифровой код анализируемого сигнала. Триггеры адресного регистра связаны с тремя схемами сравнения кодов: ССК-1, ССК-2, ССК-3 ^{/5/}. Если код анализируемого сигнала превышает код, заданный соответствующей схемой ССК, то на выходе схем появятся следующие сигналы:

b_1 - превышение нижней границы спектра N_1 ;

b_2 - превышение средней границы спектра N_2 ;

b_3 - превышение верхней границы спектра N_3 .

Логическая схема I ($b_1 \cdot \bar{b}_3$) = a_2 осуществляет выделение кода, лежащего в интервале $[N_1, N_3]$. Прошедший сигнал (a_2) поступает на схему II и разрешает прохождение сигнала "конец серии" с АЦП. Логика работы схемы II - ($a_1 \cdot a_2$) = c .

Если код анализируемого сигнала попал в интервал границ $[N_1, N_2]$, то сигнала (b_2) нет и сигнал (c) проходит через схему III ($c \cdot \bar{b}_2$) = c_1 , осуществляя заряд емкости постоянным током 6 ма в течение 100 мксек. При этом потенциал на емкости возрастает на 2 мв и корректирует через составной эмиттерный повторитель ЭП коэффициент преобразования АПП на +0,02 канала.

Если код анализируемого сигнала попал в интервал границ $[N_2, N_3]$, то сигнал (c) проходит через схему IV ($c \cdot b_2$) = c_2 и аналогично осуществляется коррекция АПП на - 0,02 канала.

Если код исследуемого сигнала не попал в цифровые "окна" $[N_1, N_2]$ и $[N_2, N_3]$, то он не окажет корректирующего действия на кодировщик.

Для реперного источника интенсивностью ~ 150 частиц/сек при скачкообразном изменении усиления в канале происходит восстановление усиления со скоростью 2-3 канала в сек. Разряд емкости токами утечек в отсутствие реперных сигналов в течение 10 сек соответствует 1 каналу.

Система стабилизации корректирует изменение усиления в любом блоке спектрометрического канала до и после управляемого аттенюатора. Это видно из рис. 5, на котором пунктиром показано корректирующее действие стабилизации при изменении коэффициента усиления ФЭУ. Здесь a - реперный пик, e^- - стабилизируемый пик.

Проверка работы системы стабилизации с реперным α^- -источником проводилась на электронах (4 Гэв), присутствующих в качестве примеси в пучке π^- - мезонов синхрофазотрона ОИЯИ. Результаты представлены на рис. 6. Уход амплитуды на 10% в течение 17 часов, кривая a (сплошная), корректируется системой стабилизации в пределах 0,5%, кривая δ . При изменении коэффициента усиления ФЭУ от + 28% до -17%, кривая a (пунктир), изменение стабилизированного сигнала не превышает 1%.

Описанная система стабилизации использовалась в двухканальном черенковском масс-спектрометре /1/ в опытах по изучению сечения рождения η - мезонов в области малых переданных импульсов /6/.

В заключение пользуемся случаем выразить благодарность за помощь в работе С.Г. Басиладзе, Э.Г. Имаеву, Л.П. Челнокову.

Литература

1. M.A. Azimov, A.S. Belousov et al. Preprint, E13-2971, Dubna, 1966; M.N. Khachatryan et al. Nucl. Instr. and Meth., 51B, No. 2, 309-314 (1967).
2. Е.Л. Столярова и др. Материалы III координационного совещания по сцинтилляторам (1960), вып. 2. Изд-во ХГУ, Харьков, стр. 99, 1963.
3. В.А. Арефьев и др. Препринт ОИЯИ, 13-5447, Дубна, 1970.
4. В.И. Приходько, В.Г. Тишин. Препринт ОИЯИ, P-2707, Дубна, 1966.
5. Л.П. Челноков. Препринт ОИЯИ, 13-4720, стр. 251, Дубна, 1969.
6. J. Hladky, A.M. Baldin et al. Phys. Lett., 31B, No. 7, p. 475-477 (1970).

Рукопись поступила в издательский отдел
14 октября 1971 года.

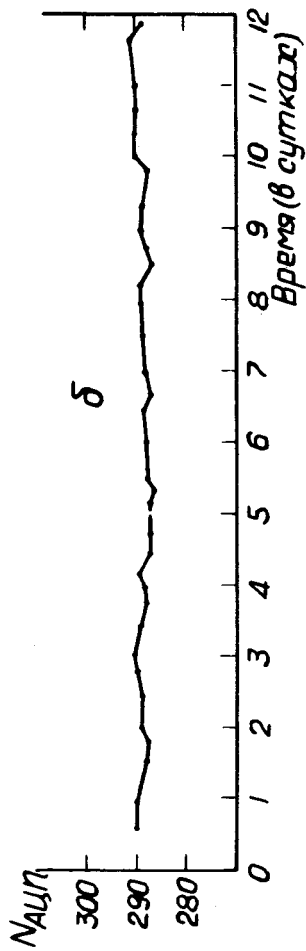
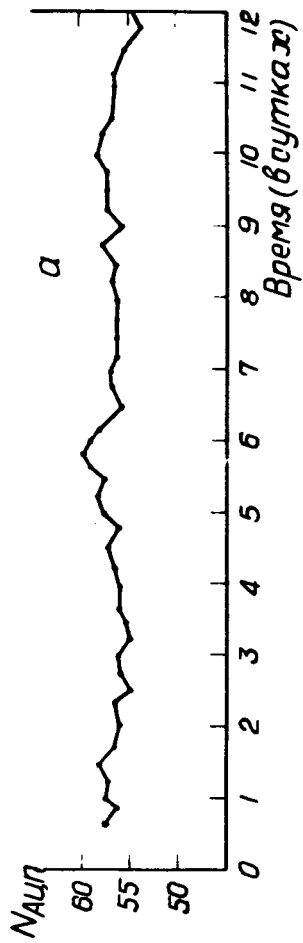


Рис. 1. Нестабильность коэффициента усиления спектрометрического канала за счет ФЭУ (а), за счет элементроники (б).

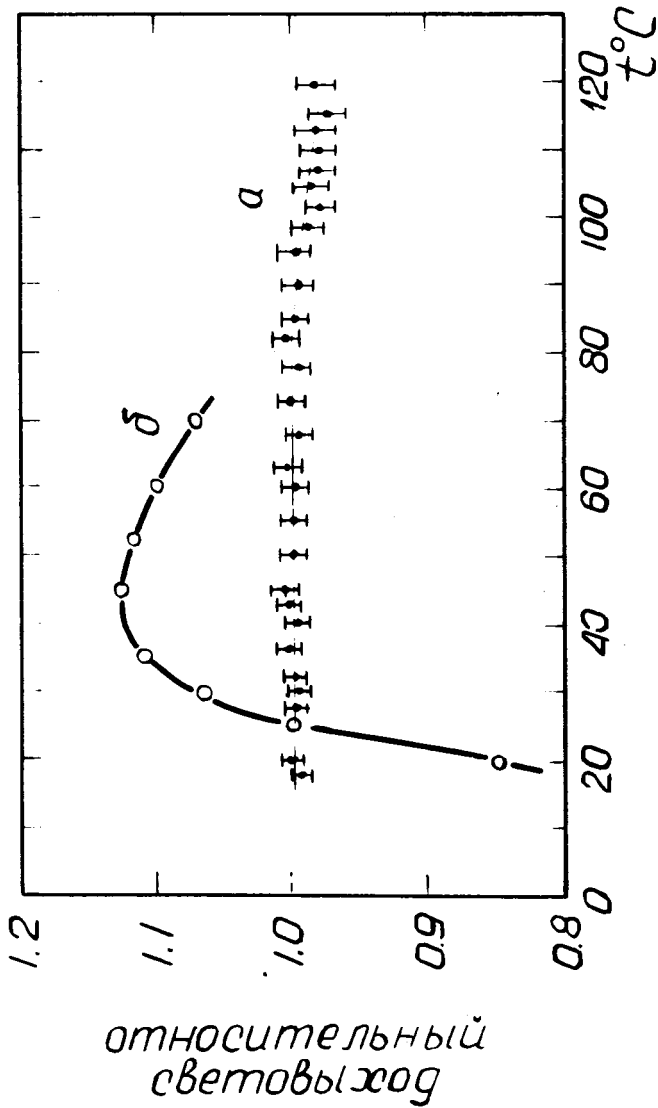


Рис. 2. Температурная нестабильность световыхода кристалла $\text{CsJ}(\text{Ti})$ (а), температурная нестабильность ФЭУ-49 (б).

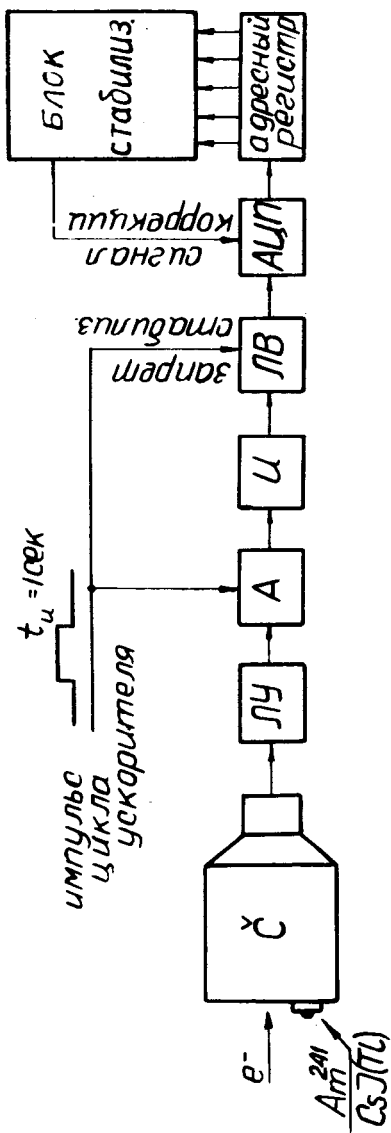
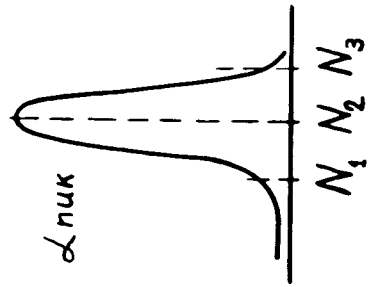


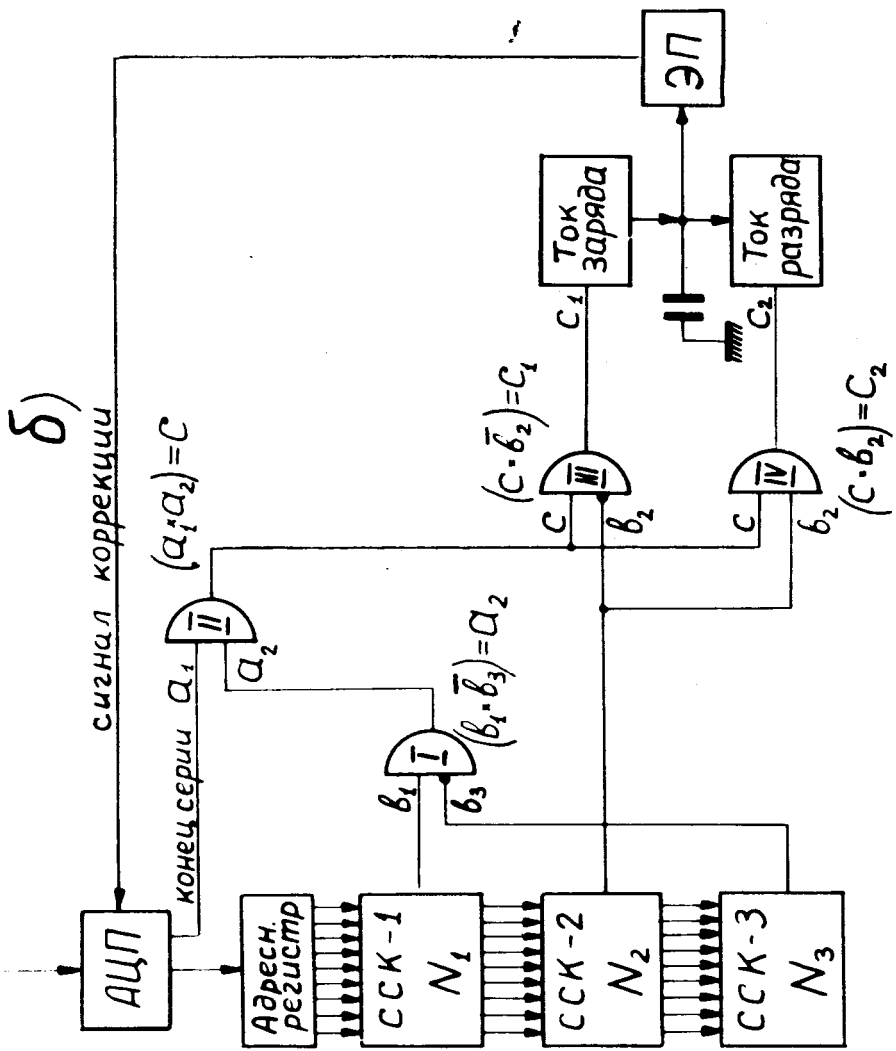
Рис. 3. Блок-схема спектрометрического канала черенковского счетчика.

Рис. 4. Логика работы блока стабилизации.

а)



б)



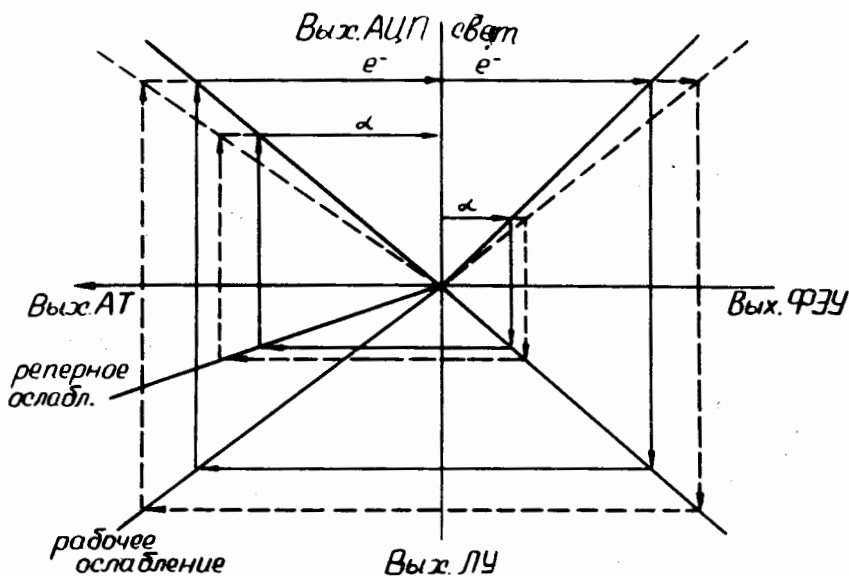


Рис. 5. Диаграмма коэффициентов передач и иллюстрация корректирующего действия системы стабилизации при изменении коэффициента усиления ФЭУ (лунктир).

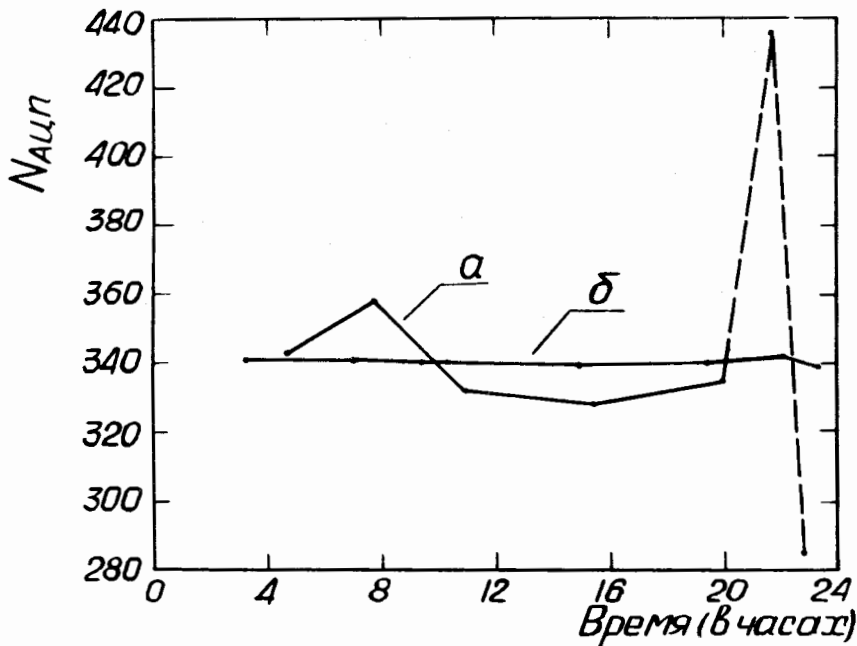


Рис. 6. Стабильность положения пика электронов без стабилизации (а) и со стабилизацией (б).