

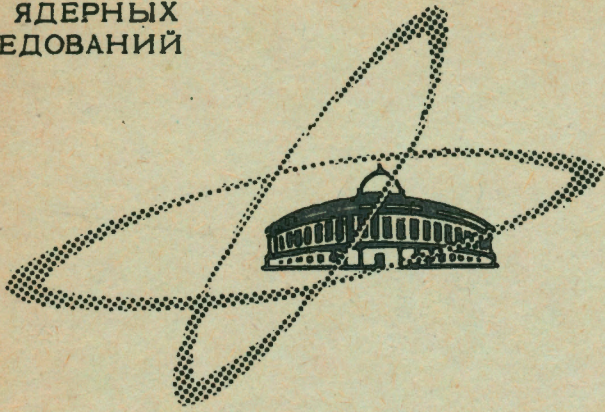
3754

ЭКЗ. ЧИТ. ЗА

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P10 - 3754



Э.Г. Имаев, В.И. Приходько, В.Г. Тишин,  
Хоанг Зыонг Куан

ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

ПРЕЦИЗИОННЫЙ  
АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ  
С КУСОЧНО-ЛИНЕЙНОЙ ШКАЛОЙ

1968

**P10 - 3754**

**Э.Г. Имаев, В.И. Приходько, В.Г. Тишин,  
Хоанг Зыонг Куан**

**ПРЕЦИЗИОННЫЙ  
АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ  
С КУСОЧНО-ЛИНЕЙНОЙ ШКАЛОЙ**

**Научно-техническая  
библиотека  
ОИЯИ**

Как известно, зависимость разрешения от энергии регистрируемой частицы для спектрометров с  $\text{Ge}(\text{Li})$  — полупроводниковыми детекторами может быть представлена в виде:

$$\Delta \text{ (кэВ)} = \sqrt{\Delta_{\text{д,у}}^2 + 2,56 E \text{ (МэВ)}} \quad (1)$$

где  $\Delta$  — полная ширина на половине высоты кривой спектрального распределения пика с энергией  $E$  (МэВ);  $\Delta_{\text{д,у}}$  — ширина линии шума, определяемая параметрами детектора и усилительного тракта.

Зависимость  $\Delta(E)$  для  $\Delta_{\text{д,у}} = 1$  кэВ иллюстрируется таблицей 1.

Таблица 1

$E$ (МэВ)	0	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\Delta$ (кэВ)	1	1,51	1,89	2,47	2,95	3,26	3,72	4,05	4,35	4,63	4,9	5,16

Если задаться требованием, чтобы в измеряемом диапазоне энергий  $\gamma$ -квантов (например,  $0 + 2$  МэВ) ширина любого из исследуемых пиков на половине высоты занимала не менее трех каналов, то при ширине канала, равной 0,3 кэВ, необходимо иметь аналого-цифровой преобразователь (а, следовательно, и память) с числом каналов  $N \approx 7000$ . Очевидно, что в этом случае для пиков, расположенных в конце энергетического диапазона, будет наблюдаться явная избыточность в числе каналов,

приходящихся на ширину пика (3 канала в начале диапазона и 8 - в конце).

Поэтому представляется более эффективным использование АЦП с нелинейной шкалой, причём наиболее подходящим для данного случая был бы АЦП со шкалой, масштаб которой изменяется в соответствии с выражением (1). Однако такая шкала неудобна как с точки зрения практической реализации, так и обработки полученных спектров, поэтому при построении АЦП более целесообразно использовать вместо выражения (1) его кусочно-линейную аппроксимацию.

Так, например, если разбить шкалу на три участка с шириной каналов 0,3 кэв/кан. (0 + 1000 кан.), 0,5 кэв/кан. (1000 + 3000 кан.) и 0,75 кэв/кан. (3000 + 4000 кан.), то для измерения спектра с тем же разрешением в диапазоне 0 + 2 Мэв потребуется только 4000 каналов вместо 7000 в АЦП с линейной шкалой.

Таким образом, использование АЦП с кусочно-линейной шкалой позволяет либо сократить число каналов, требуемых для измерения спектра в определенном диапазоне энергий, либо при том же числе каналов существенно расширить энергетический диапазон. Следствием этого является возможность значительного сокращения объема памяти (особенно в многомерных измерениях) и уменьшения длительности эксперимента.

В АЦП вилкинсоновского типа кусочно-линейная шкала может быть реализована либо путем изменения тока разряда запоминающей емкости, либо изменением частоты генератора цуга. В обоих случаях переход с одного участка шкалы на другой осуществляется подачей управляющих потенциалов с триггеров адресного счётчика. Следует отметить, что предпочтительнее изменять не частоту генератора цуга, а ток разряда, поскольку этот способ не только проще в техническом отношении, но и позволяет уменьшить эффективное мертвое время АЦП.

На рис. 1 показана упрощенная схема одного из способов изменения тока разряда ( $I_p$ ), реализованная в АЦП на 4096 каналов<sup>/2/</sup>. Изменение  $I_p$  осуществляется подключением сопротивления  $R_2$  параллельно разрядному сопротивлению  $R_1$  через высокостабильный нелинейный ключ (К). Выбор величин шунтирующих сопротивлений  $R_2, R_3, \dots, R_n$  определяется требуемой шириной канала на каждом из участков шкалы.

Наиболее важным вопросом при использовании АЦП с кусочно-линейной шкалой является вопрос о выборе системы стабилизации коэффициента усиления (стабилизация "нуля" может осуществляться обычным образом, поскольку реперные импульсы, по которым стабилизируется "нуль", всегда можно установить на первом участке шкалы).

Очевидным решением проблемы стабилизации усиления является применение нескольких независимых реперных сигналов, каждый из которых стабилизирует наклон калибровочной кривой на соответствующем участке шкалы<sup>x/</sup>. Однако в этом случае система стабилизации получается очень громоздкой и неудобной при практическом использовании.

Можно показать, что если определенным образом изменять ток разряда (например, как на рис. 1), то для стабилизации усиления всего АЦП достаточно одного реперного сигнала, амплитуда которого соответствует последнему участку шкалы. В этом случае для сохранения линейности регулирования по всему диапазону регулирующее воздействие должно быть пропорционально масштабу шкалы. Для схемы, приведенной на рис. 1, это означает, что отношение приращений тока разряда за счёт действия системы стабилизации должно удовлетворять условию

$$\frac{\Delta I_{p_k}}{\Delta I_{p_{k-1}}} = \frac{I_{p_k}}{I_{p_{k-1}}}, \quad (2)$$

где индексы  $k$  и  $(k-1)$  соответствуют  $k$ -му и  $(k-1)$ -му участкам шкалы. Нетрудно убедиться, что для данной схемы это условие выполняется.

На рис. 2,3 показаны спектры  $^{226}\text{Ra}$ , полученные на  $\text{Ge(Li)}$  полупроводниковом детекторе (разрешение 9 кэв на  $^{60}\text{Co}$ ) с линейной и кусочно-линейной шкалами. Переключение  $I_p$  осуществлялось перепадом напряжения с 11-го триггера адресного счётчика. На рисунках показаны первые две тысячи каналов, причём на первом участке выбран масштаб 0,85 кэв/кан, на втором - 1,6 кэв/кан. Импульсы, ста-

<sup>x/</sup> В принципе на каждом  $k$  участке шкалы стабилизация может осуществляться и по двум точкам.

билизирующие "нуль" и коэффициент усиления, регистрировались в 512 и 3584 каналах соответственно.

### Л и т е р а т у р а

1. Э.Г.Имаев, В.И.Приходько, В.Г.Тишин, Б.В. Фефилов. Препринт ОИЯИ, Р13-3246, Дубна 1967 г.
2. В.И.Приходько, В.Г.Тишин. Препринт ОИЯИ 2492, Дубна 1965.

Рукопись поступила в издательский отдел  
6 марта 1968 года.

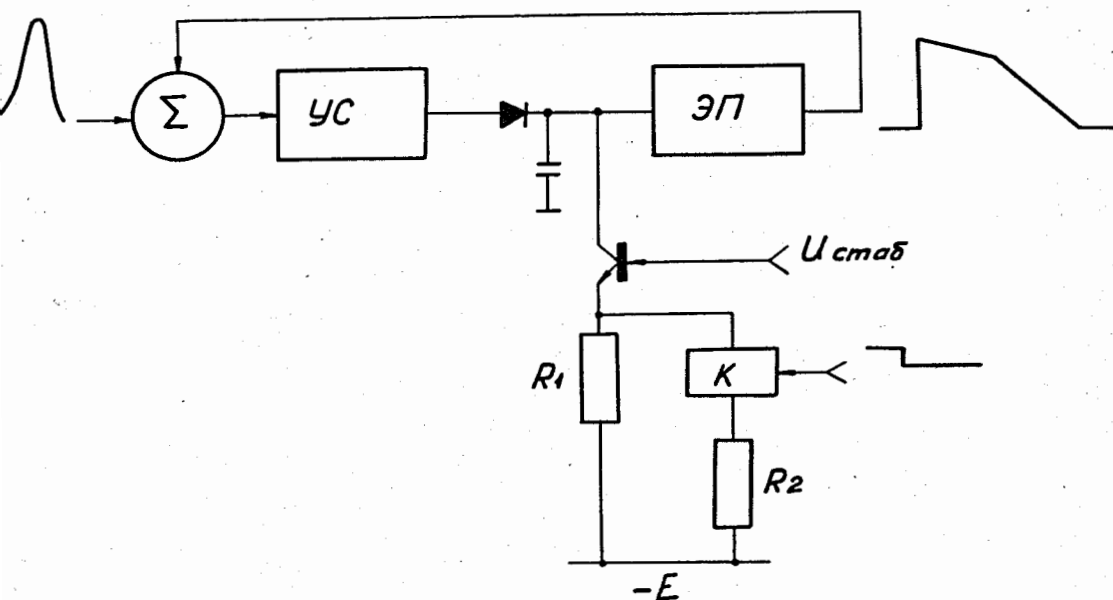


Рис. 1. Схема управления током разряда. УС - усилитель напряжения; ЭП - эмиттерный повторитель; К - ключ.

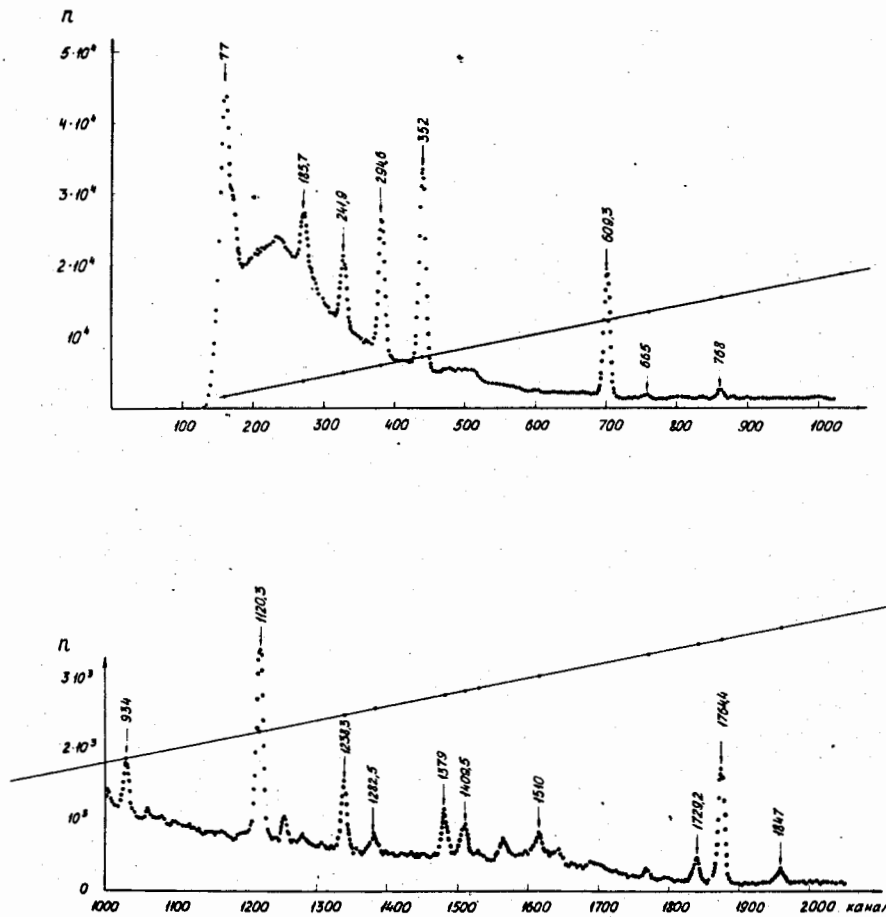


Рис. 2. Спектр  $^{226}\text{Ra}$ , измеренный на АЦП с линейной шкалой.

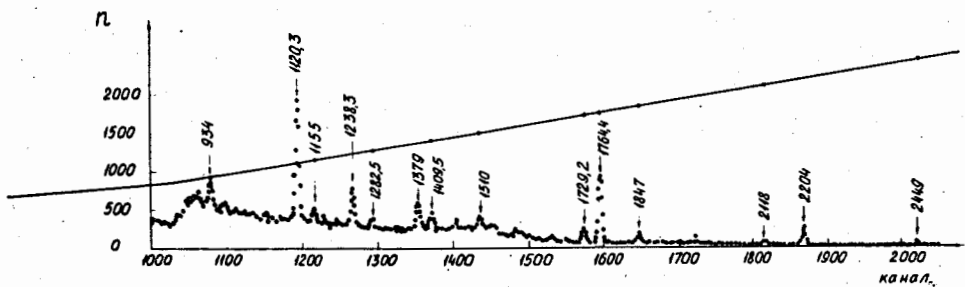
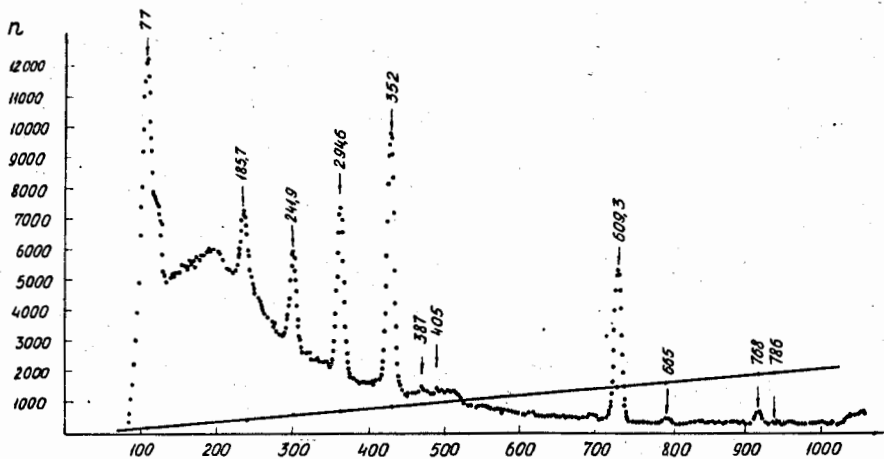


Рис. 3. Спектр  $^{226}\text{Ra}$ , измеренный на АСП с кусочно-линейной шкалой.