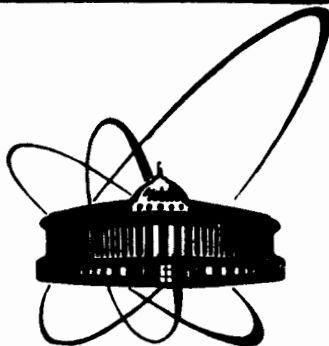


82-905



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

1192/83

P13-82-905

10/3-83

А.М.Суховой, В.А.Хитров

МЕТОД УЛУЧШЕНИЯ
АМПЛИТУДНОГО РАЗРЕШЕНИЯ
СПЕКТРОВ КАСКАДОВ ГАММА-ПЕРЕХОДОВ
ПРИ ОБРАБОТКЕ НА ЭВМ КОДОВ СОВПАДЕНИЙ

Направлено в журнал
"Приборы и техника эксперимента"

1982

ВВЕДЕНИЕ

В работе^{/1/} описан спектрометр на Ge(Li) детекторах, реализующий метод суммирования амплитуд совпадающих импульсов /САСИ/. Запись кодов амплитуд совпадающих импульсов на магнитную ленту позволяет осуществлять^{/1/} два режима обработки полученной информации. Это: а/ получение спектра сумм совпадающих импульсов; б/ накопление дифференциальных спектров /ДС/- спектров одиночного детектора, набранных только из тех кодов амплитуд, которые в сумме с кодами совпадающих импульсов от другого детектора попадают в некоторый заданный интервал спектра САСИ.

В том случае, когда в таком интервале находится пик, ДС содержит в себе пары пиков, соответствующие парам квантов каскада с суммарной энергией, равной разности энергий его начальной и конечной уровней. Положение пиков в ДС определяет энергию гамма-переходов каскада, а их площади - интенсивность каскада. При определении положения и площади пиков необходимо, чтобы разрешение, с которым получен ДС, было наилучшим.

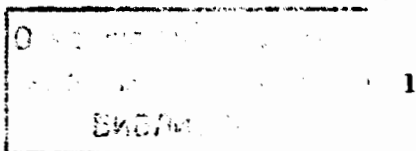
ОПИСАНИЕ МЕТОДА

Способ улучшения разрешения при использовании метода САСИ предложен в работе^{/2/}, там же дана количественная оценка величины улучшения разрешения ДС при уменьшении ширины окна в спектре САСИ, из которого отбираются импульсы. Недостаток метода заключается в существенном уменьшении эффективности регистрации каскада. В случае накопления информации о каждом совпадении на магнитной ленте, например, можно предложить метод получения ДС с улучшенным разрешением без какого-либо уменьшения эффективности регистрации совпадений.

Метод основан на следующем: положение P_{Σ} суммарного пика может быть определено с погрешностью, много меньшей, чем ширина пиков ДС. Если σ^2 - дисперсия кривой Гаусса, которой можно описать форму пика ДС, полученного при использовании Ge(Li) детекторов, то для любой пары кодов k_1 и k_2 , соответствующих амплитудам совпадающих импульсов, которые попадают в суммарный пик, выполняется соотношение

$$k_1 + k_2 = p_1 + \sigma_1 \xi_1 + p_2 + \sigma_2 \xi_2 = P_{\Sigma} + \Delta.$$

/1/



Здесь p_1 и p_2 - математически ожидаемые положения двух пиков каскада в ДС, σ_1^2 и σ_2^2 - их дисперсии, ξ_1 и ξ_2 - случайные нормально распределенные величины с единичной дисперсией и нулевым математическим ожиданием, Δ - случайное отклонение суммы данных кодов от истинного значения P_Σ .

В связи с тем, что коды амплитуд импульсов - целые величины, а положение P_Σ - величина вещественная, /1/ можно представить в виде

$$k_1 + k_2 = I_\Sigma + \delta + \Delta. \quad /2/$$

Здесь I_Σ - ближайшее к P_Σ целочисленное значение, $\delta = P_\Sigma - I_\Sigma$, причем $|\delta| \leq 0,5$.

Разложим некоторым произвольным способом величину $\Delta + \delta$ на два слагаемых, Δ_1 и Δ_2 , которые вычтем из значений k_1 и k_2 соответственно. В этом случае выполняется тождество

$$(k_1 - \Delta_1) + (k_2 - \Delta_2) = I_\Sigma. \quad /3/$$

Можно рассматривать значения $k'_1 = k_1 - \Delta_1$ и $k'_2 = k_2 - \Delta_2$ как некоторые "исправленные" значения кодов, поэтому из них можно построить ДС.

Анализ, выполненный по методу максимального правдоподобия, показывает, что если определить значения Δ_1 и Δ_2 как

$$\Delta_1 = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} (\Delta + \delta), \quad /4/$$

$$\Delta_2 = \frac{\sigma_2^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} (\Delta + \delta),$$

то построенный из кодов k'_1 и k'_2 ДС будет иметь наилучшее разрешение. Новые дисперсии S_1^2 и S_2^2 , описывающие форму пиков такого "исправленного" спектра с учетом /1/, будут определяться выражением

$$S^2 = M(k - \Delta)^2 - (M(k - \Delta))^2. \quad /5/$$

Учитывая, что

$$M(k_1 - \Delta_1) = p_1 - \frac{\sigma_1^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} \delta, \quad /6/$$

$$M(k_2 - \Delta_2) = p_2 - \frac{\sigma_2^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} \delta.$$

получаем

$$S_1^2 = S_2^2 = \frac{\sigma_1^2 \sigma_2^2}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}. \quad /7/$$

Из выражений /6/ и /7/ видно, что пики в исправленных ДС несколько смещены относительно их истинного положения p_1, p_2 и что пики одного каскада имеют одинаковую форму независимо от соотношения их энергий. При этом оба пика будут иметь ширину, несколько меньшую, чем ширина самого узкого пика каскада в исходном спектре, т.е. разрешение "исправленного" ДС улучшится для всех переходов. При этом в отличие от обычных спектров Ge(Li) детекторов худшее разрешение будет в центра спектра, но даже в этой области оно будет в $\sqrt{2}$ раз лучше, чем разрешение исходного ДС.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Эффективность метода проиллюстрируем на примере ДС, измеренного в реакции $^{35}\text{Cl}(n, \gamma)$. Коды совпадений, которым соответствует суммарный пик с энергией 8560 кэВ, были обработаны по предложенному способу. Результирующий "исправленный" ДС приведен на рис.1. Для сравнения на рис.2 дан спектр, полученный из тех

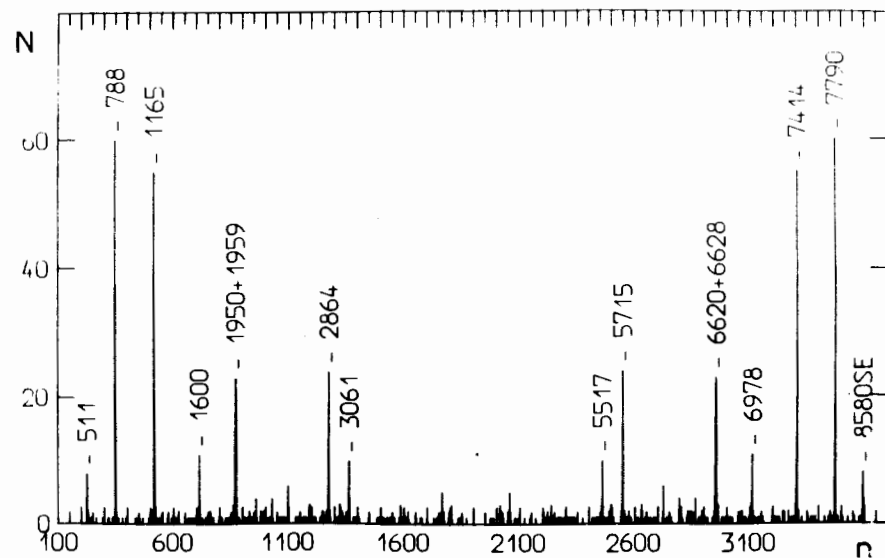


Рис.1. ДС, соответствующий пика спектра САСИ с энергией 8580 кэВ, после предложенной обработки.

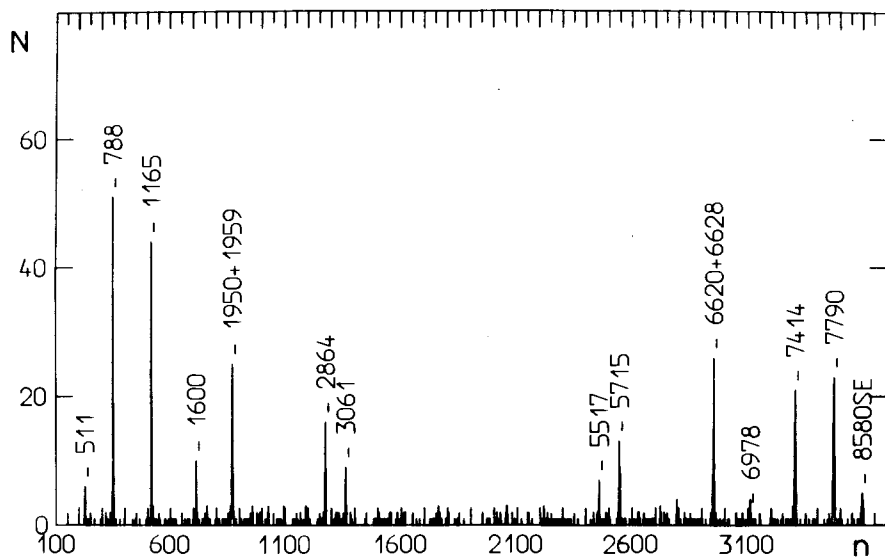


Рис.2. ДС, соответствующий пику 8580 кэВ, без обработки кодов совпадений.

же самых кодов без обработки. Энергия пиков /кэВ/ приведена над каждым пиком. Площади соответствующих пиков на рис. 1 и 2 строго равны друг другу, следовательно, степень улучшения разрешения можно определить из соотношения отсчетов в максимумах соответствующих пиков. Так, в интервале 788-7790 кэВ разрешение улучшается в 1,2+2,6 раза без изменения площадей пиков, и, следовательно, без уменьшения эффективности регистрации каскадов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богдзель А.А. и др. ОИЯИ, P15-82-706, Дубна, 1982.
2. Hoogenboom A.M. Nucl.Instr., 1958, vol.3, p.57.

Рукопись поступила в издательский отдел
27 декабря 1982 года.

Суковой А.М., Хитров В.А.

P13-82-905

Метод улучшения амплитудного разрешения спектров каскадов гамма-переходов при обработке на ЭВМ кодов совпадений

В рамках метода суммирования амплитуд совпадающих импульсов предложен способ улучшения амплитудного разрешения в случае записи кодов совпадений на магнитной ленте. На примере регистрации Ge(Li) детекторами каскадов гамма-переходов из реакции $^{35}\text{Cl}(n, \gamma)$ показано, в частности, что ширина пика на половине высоты может быть уменьшена в 2,6 раза для квантов с энергией, близкой к энергии связи нейтрона. Потери эффективности при этом нет.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований, Дубна 1982

Sukhovoij A.M., Khitrov V.A.

P13-82-905

Method of Improvement of Gamma-Transition Spectra Amplitude Resolution by Processing on Computer of Coincidence Codes

A method of improvement of amplitude resolution in the case of record of coinciding codes on the magnetic tape is suggested. It is shown on the record with Ge(Li) detectors of cascades of gamma-transitions from $^{35}\text{Cl}(n, \gamma)$ reaction that full width at a half maximum of the peak may decrease by a factor of 2.6 for quanta with the energy similar to the neutron binding energy.

The investigation has been performed at the Laboratory of Neutron Physics, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.