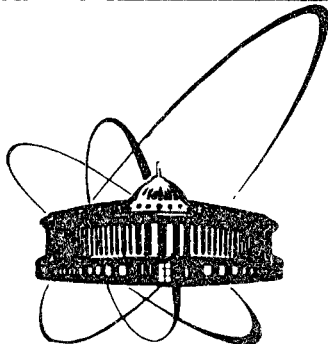


82-737



ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

340/83

14/1-83

P13-82-737

А.А.Богдзель, А.Дука-Зойоми,  
Я.Климан, В.Пресперин

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСКРИМИНАЦИИ  
ПО ВРЕМЕНИ НАРАСТАНИЯ ИМПУЛЬСА  
ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ  
Ge(Li) -СПЕКТРОМЕТРОВ

Направлено в журнал  
"Приборы и техника эксперимента"

1982

## ВВЕДЕНИЕ

С началом использования Ge(Li) -детекторов в  $\gamma$ -спектроскопии возникла естественная потребность в улучшении их основных характеристик: энергетического разрешения и отношения фотопика к комптоновскому фону. Эти два требования являются противоречивыми: детекторы большого объема достигают лучшего отношения пика к комптоновскому фону, но, как правило, имеют худшее энергетическое разрешение, чем детекторы малого объема. Большое внимание этим вопросам необходимо уделять при  $\gamma$ -спектроскопии в пучках частиц, где обыкновенно ведутся измерения в тяжелых фоновых условиях. Вопрос подавления фона ставится особенно остро при регистрации  $\gamma$ -переходов малой интенсивности при большом комптоновском фоне от  $\gamma$ -квантов высоких энергий.

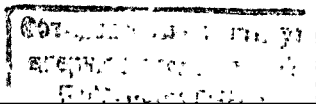
Из анализа фона в Ge(Li) -детекторах, проведенного в работах [1-3], можно сделать вывод, что часть импульсов с этих детекторов вносит вклад в увеличение  $\gamma$ -фона из-за дефектности своей формы.

Результирующая форма импульса с Ge(Li) -детектора определяется многими процессами, основными из которых являются: генерация заряда и его соби́рание. Отметим некоторые особенности этих процессов

1. Взаимодействие  $\gamma$ -кванта не приводит к генерации заряда в точно определенной точке или области детектора. Особенно при больших энергиях в образовании заряда принимают участие  $\gamma$ -кванты, испытавшие многократное рассеяние в различных точках кристалла.

2. Процесс соби́рания заряда в значительной степени зависит от поперечного градиента электрического поля в кристалле. В случае коаксиального детектора имеет место существенная радиальная зависимость градиента. При этом время соби́рания заряда или связанное с ним время нарастания импульса детектора зависит от радиальной координаты места взаимодействия  $\gamma$ -кванта. Кроме того, в переходах  $p-i$ ,  $i-n$  встречаются области с плохой компенсацией, а в  $i$ -области может возникать поверхностный канал. Все это приводит к медленному или неполному соби́ранию заряда.

3. Значительное влияние на форму импульса детектора оказывает также качество самого кристалла: наличие центров рекомбинации, ловушек, неидеальность решетки и качество его контактов.



При взаимодействии  $\gamma$ -кванта с материалом детектора в рассмотренных областях заряд или не образуется, или не может быть полностью собран. На контактах детектора возникают дефектные импульсы, амплитуда которых линейно не связана с энергией регистрируемого  $\gamma$ -кванта. Часть импульсов, возникающих в основном в области неполной компенсации или ослабленного градиента электрического поля, имеет большее время нарастания по сравнению с импульсами из компенсированной области. Амплитуда этих импульсов снижается в цепях формирования спектрометрического тракта. Все это приводит к повышению фона в регистрируемых  $\gamma$ -спектрах, увеличению несимметричности  $\gamma$ -пиков в спектре и ухудшению энергетического разрешения. Во временных измерениях эти эффекты ухудшают временное разрешение и увеличивают фон случайных совпадений.

### ЭКСПЕРИМЕНТ

Блок-схема экспериментальной установки, на которой проводилась отработка методики дискриминации импульсов по времени нарастания /ДВН/, изображена на рис.1. Сигнал с Ge(Li)-детектора снимается зарядочувствительным предусилителем /ПУ/, далее разветвляется на спектрометрический усилитель /У/, выход которого подключен к многоканальному анализатору /МКА/, и на быструю схему отбора, которая включает в себя быстрый временной усилитель /БУ/, два формирователя /Ф/ с привязкой к постоянной части входного импульса /"constant-fraction timing"/ с фракциями 0,2 и 0,5 и схему управления /Л/.

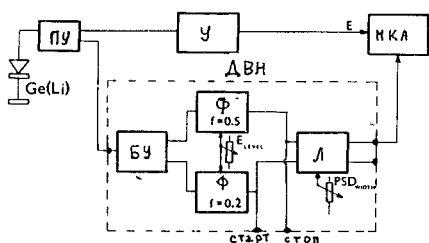


Рис. 1

Первоначально импульсы с выхода формирователей подавались на время-амплитудный конвертер /ВАК/, с выхода которого уже получались спектры времен нарастания импульсов с детектора. Эти спектры дают первые сведения о качестве Ge(Li)-детекторов. Из этих спектров с помощью дифференциального дискриминатора можно отобрать только те, которые имеют время нарастания /на уровне  $0,2 \pm 0,5$  амплитуды/ импульса в определенном интервале, и отсечь импульс с большим временем нарастания.

В дальнейшем был разработан более простой способ дискриминации импульсов по времени нарастания без применения время-амплитудного преобразователя. Основа этого метода пояснена на рис.2. Дискриминатор с фракцией  $f = 0,2$  осуществляет с неопределенностью

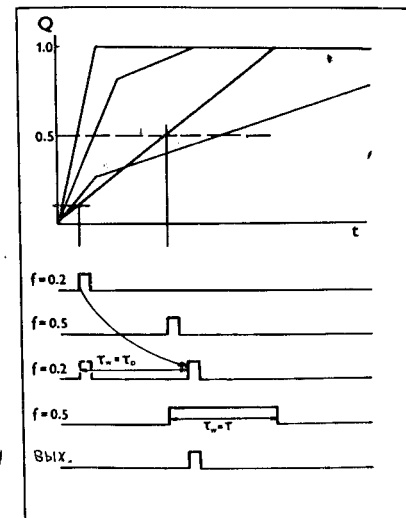


Рис. 2

в несколько наносекунд оптимальную временную привязку к импульсам с детектора. Стробуя импульсом с длительностью "временного окна", привязанным к этому дискриминатору, импульсы с дискриминатора с  $f = 0,5$  мы осуществляем отбор импульсов по времени нарастания. К достоинствам этого способа относятся простота, отсутствие сложной электронной аппаратуры /ВАК, дифференциальный дискриминатор/, высокая загрузочная способность, хорошая временная стабильность. Разработан специальный блок для отбора импульсов по времени нарастания по описанной методике.

Разработанная методика к настоящему времени проверена на 5 Ge(Li)-детекторах с объемом от 20 до 60 см<sup>3</sup> и различным энергетическим разрешением.

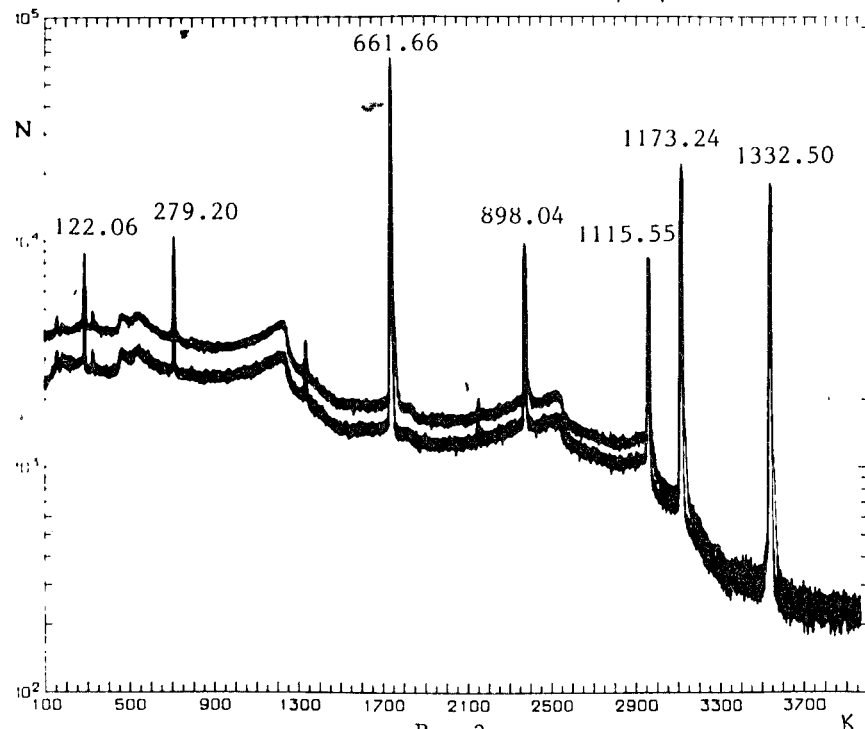


Рис. 3

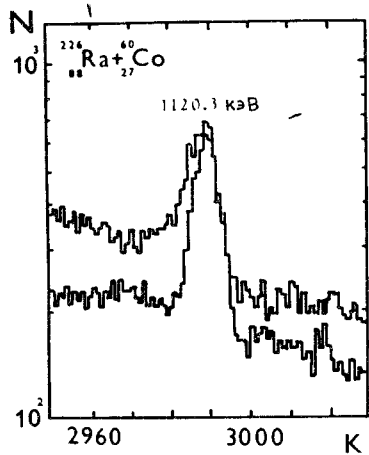


Рис. 4

На рис. 3 показаны спектры  $\gamma$ -квантов  $^{57}\text{Co}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{65}\text{Zn}$ ,  $^{88}\text{Y}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{203}\text{Hg}$ , снятые 4096-канальным анализатором с дискриминацией по времени нарастания и без нее. Более подробно деталь спектра показана на рис. 4. Из спектров видно значительное подавление комптоновского фона и улучшение отношения площади фотопика к фоновой подложке. На исследованных детекторах удалось подавить фон в пределах 25-50% при потере в эффективности  $5 \pm 20\%$ . Кроме подавления фона улучшается также симметрия фотопиков. Пример изменения формы линии спектра показан на рис. 5. В качестве параметра симметрии использовано отношение энергетических разрешений на 1/10 и 1/2 высоты фотопика.

Этот параметр у фотопиков, снятых с использованием дискриминации по времени нарастания, приближается к значению, полученному для идеального гауссиана. Наблюдается также улучшение отношения пика к комптоновскому фону (П/К). Спектрометрические параметры, полученные с детекторами объемом  $24\text{ см}^3$  и  $60\text{ см}^3$ , приведены в табл. 1 и 2.

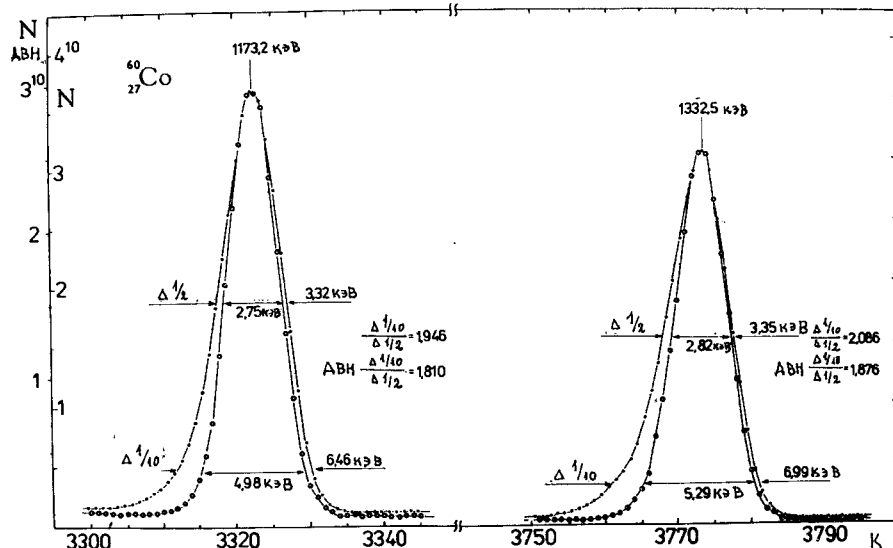


Рис. 5

Таблица 1

24 см <sup>3</sup>	1173,2 кэВ		1332,5 кэВ		%
	без отбора	с отбором	без отбора	с отбором	
$\Delta 1/2$ /кэВ/	2,6	2,1	3,5	2,8	20
$\Delta 1/10$ /кэВ/	5,5	4,1	7,1	5,3	25
Симметрия	2,15	1,87	2,2	1,95	11
П/К			12	18	50

Таблица 2

60 см <sup>3</sup>	1173,2 кэВ		1332,5 кэВ		%
	без отбора	с отбором	без отбора	с отбором	
$\Delta 1/2$ /кэВ/	3,35	3,21	3,24	3,10	4
$\Delta 1/10$ /кэВ/	7,26	6,35	7,07	6,28	12
СИМ.	2,17	1,98	2,18	2,02	8
П/К			13	17	31

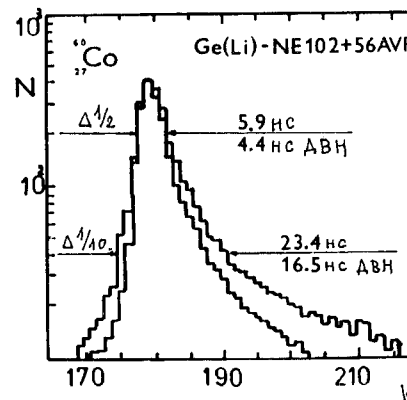


Рис. 6

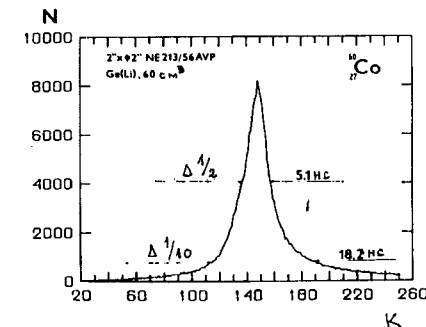


Рис. 7

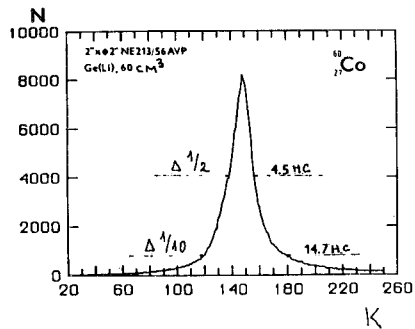


Рис.8

На рис.6 приведен временной спектр, снятый с помощью Ge(Li)-детектора с объемом 24 см<sup>3</sup>, на рис.7 и 8 - с объемом 60 см<sup>3</sup> /рис.7 - без отбора, рис.8 - с отбором по времени нарастания/. Спектры получены с использованием источника <sup>60</sup>Co. В первом случае в канале "Старт" применялся сцинтилляционный детектор NE102/56AVP, во втором - жидкий сцинтилляционный детектор NE213/56AVP. Динамический диапазон энергии для первого измерения был равен 45:1, для второго измерения - 23:1.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе полученных результатов можно сделать выводы, что применение дискриминации по времени нарастания импульса значительно улучшает спектрометрические параметры и обеспечивает оптимальную временную привязку при работе с Ge(Li)-детекторами. Предложенная методика использовалась на пучке реактора ИБР-30 в условиях постоянного нарастания суммарной дозы облучения Ge(Li)-детектора и количества радиационных повреждений решетки кристалла. При этом удалось увеличить отношение фотопика к фоновой подложке и улучшить энергетическое разрешение в области энергий /60±1500/ кэВ.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Engel H., Schreider H., Spitz R. Nucl.Instr. and Meth., 1977, 142, p.525.
2. Moszynski M. Nucl.Instr. and Meth., 1970, 80, p.233.
3. Lewis S.R. Nucl.Instr. and Meth., 1970, 93, p.317-332.

Рукопись поступила в издательский отдел  
18 октября 1982 года.

### НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

Д13-11182	Труды IX Международного симпозиума по ядерной электронике. Варна, 1977.	5 р. 00 к.
Д17-11490	Труды Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1977.	6 р. 00 к.
Д6-11574	Сборник аннотаций XV совещания по ядерной спектроскопии и теории ядра. Дубна, 1978.	2 р. 50 к.
Д3-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
Д13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
Д1,2-12036	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1,2-12450	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
Д1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
Д2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
Д10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.
Д1,2-81-728	Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 60 к.
Д17-81-758	Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981.	5 р. 40 к.
Д1,2-82-27	Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981.	3 р. 20 к.
Р18-82-117	Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981.	3 р. 80 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:  
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79  
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ  
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Богдзель А.А. и др. P13-82-737  
Использование дискриминации по времени нарастания импульса для улучшения параметров Ge(Li)-спектрометров

Описывается методика отбора импульсов с Ge(Li)-детекторов по времени нарастания импульса для улучшения основных параметров: энергетического и временного разрешения, симметрии фотопика, отношения фотопика к комптоновскому фону. Разработан новый способ отбора без применения время-амплитудного преобразования. Приводятся экспериментальные результаты, полученные при использовании детекторов различного объема. Предложенная методика дала хорошие результаты при измерении  $\gamma$ -спектров на пучке нейтронов.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Bogdzel A.A. et al. P13-82-737  
Use of the Rise-Time Discriminator for the Improvement of the Ge(Li)-Detector Parameters

The procedure is described of the discrimination on rise-time of signals from the Ge(Li) detector in order to improve the following parameters: energy and time resolution, symmetry of the photopeak, ratio of photopeak to the Compton background. The new discrimination method without time-amplitude conversion is developed. The experimental results obtained with the detectors of different volumes are reported. The method proved to be good for the spectroscopy measurement on the neutron beam.

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.