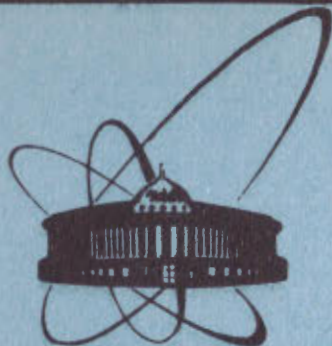


18/0784



**ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

13-84-213

**В.А.Морозов, В.И.Стегайлов, А.К.Качалкин,
Г.Лизурей, Б.П.Осипенко, Ф.Пражак,
Я.Юрковский, И.А.Ютландов, А.К.Чураков ***

**ИЗУЧЕНИЕ
ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СПЕКТРОМЕТРА
С ПЛАНАРНЫМ $HPGe$ -ДЕТЕКТОРОМ**

Направлено в журнал "Приборы и техника
эксперимента"

* Московский инженерно-физический институт

1984

При решении ряда задач ядерной спектроскопии часто возникает в детекторах, применяемых для регистрации радиоактивного излучения, необходимость обеспечения сочетания высокой эффективности регистрации совпадений с высоким энергетическим и временным разрешением. Так, при изучении методом задержанных совпадений времени жизни возбужденных состояний ядер в наносекундном и субмикросекундном диапазонах наиболее подходящими для этой цели являются широкоапертурные /с большой площадью/ планарные детекторы.

Для изучения временных свойств широкоапертурного планарного детектора из сверхчистого германия - HPGe нами был создан спектрометр совпадений, в одном из каналов которого использовался сцинтилляционный, а в другом - полупроводниковый детектор. В сцинтилляционном детекторе применялся фотоумножитель типа XP-2020 с пластическим сцинтиллятором NE-104, который использовался для регистрации β^- -частиц ^{60}Co . Полупроводниковый детектор был изготовлен в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ /1/ из особо чистого германия с разностной концентрацией примеси $\text{Na-Ng} = 2 \cdot 10^{10} \text{ см}^{-3}$. Рабочая поверхность детектора составила $8,0 \text{ см}^2$ /диаметр чувствительной области равен 32 мм /. Толщина чувствительной области - 6 мм , объем детектора - $4,8 \text{ см}^3$. Омический контакт, изготовленный путем имплантации галлия, является "входным окном", имеющим толщину около 700 \AA . Рабочее напряжение - 1000 В . Энергетическое разрешение составляло 3 кэВ на линии 1332 кэВ ^{60}Co . Выбор размеров детектора обусловлен, в основном, стремлением обеспечить высокую эффективность регистрации совпадений при сравнительно хорошем энергетическом и временном разрешении, достаточном для исследования интенсивных каскадов.

К особенностям этого детектора относится возможность размещения в оправке детектора светодиода, подсвечивающего при подаче на него электрических импульсов открытый участок чувствительной области детектора /рис.1/. Засветка кристалла германия позволяет обеспечить непрерывный контроль состояния самого детектора и связанных с ним электронных блоков, а также допускает подключение системы стабилизации к временному или энергетическому каналу. Световой диод работал в режиме пробоя, фронт светового импульса не превышал нескольких наносекунд.

Изучение временных свойств планарного детектора проводилось в режимах трехмерного время-энергетического анализа $E_{\gamma} - T - E_{\beta}$. Блок-схема спектрометра совпадений приведена на рис.2. В спектрометре использованы блоки стандартной электроники, разработанные

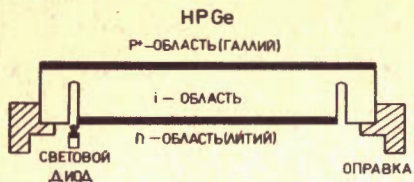


Рис.1. Схематическое изображение планарного HPGe-детектора.

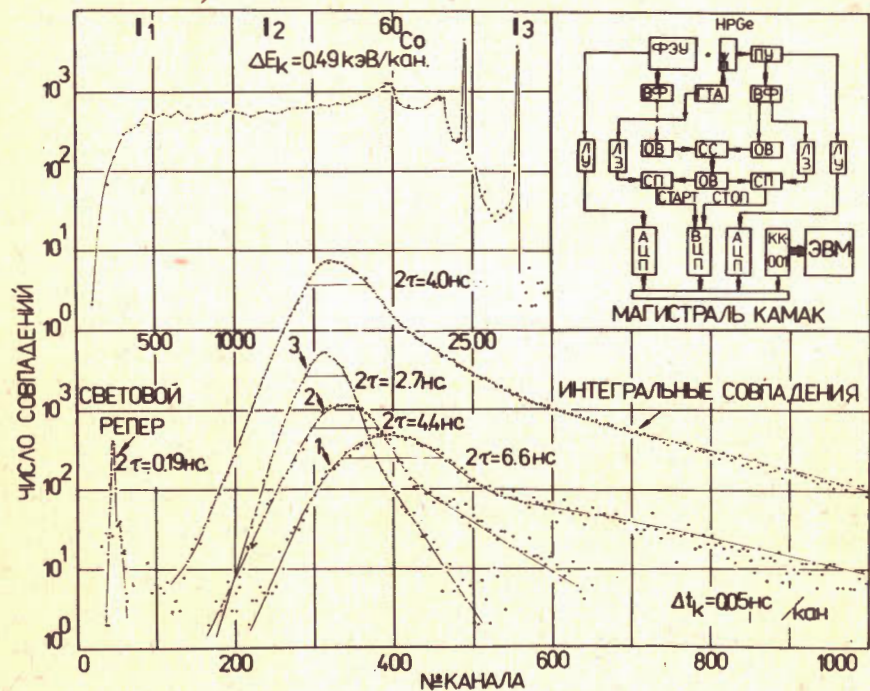


Рис.2. Спектр β - γ -совпадений ^{60}Co , временное разрешение и блок-схема спектрометра совпадений /номера 1,2,3 обозначены соответствующие сечения/.

в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ^{1,2,3}. Сигналы с детектора усиливаются предусилителем /ПУ/, имеющим помимо энергетического канала быстрый временной канал, берущий сигнал после зарядочувствительного каскада и обеспечивающий фронт нарастания импульса - 2,5 нс. Импульсы с предусилителя детектора поступают на временной формирователь /ВФ/, в котором осуществлялась компенсация влияния амплитудного разброса и изменений во фронте импульса. Затем сигнал разветвляется и через одновибратор /ОВ/ поступает на вход схемы совпадений /СС/. Сигнал с ФЗУ аналогичным образом поступает на второй вход схемы совпадений /СС/. Сигналы со схемы совпадений открывают схемы пропускания /СП/.

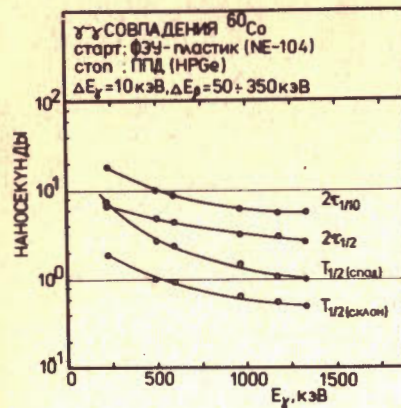


Рис.3. Характеристики кривой мгновенных совпадений.

Сигналы со схем пропускания поступают на входы "Старт" и "Стоп" время-цифрового преобразователя /ВЦП/. Сигнал с ФЗУ является сигналом "Старт", а сигнал с HPGe детектора является сигналом "Стоп".

В результате регистрации одного совпадения в детекторах мы имеем "событие", состоящее из трех шестнадцатиразрядных слов, одно из которых соответствует интервалу времени между сигналами с детекторов, а два других - энергиям зарегистрированного излучения в каждом детекторе. Эта информация передается через интерфейс на ЭВМ HP-2116С и записывается на магнитную ленту. На блок-схеме показан также способ подключения генератора точной амплитуды /ГТА/ для осуществления засветки с помощью светодиода кристалла HPGe. При необходимости аналогичным образом можно обеспечить засветку фотокатода ФЗУ и получить световой реперный пик на временной оси, характеризующий разрешение временного спектрометра в целом.

Изучение временного разрешения спектрометра в зависимости от энергии гамма-излучения, зарегистрированного в планарном детекторе, проводилось на источнике ^{60}Co , который обеспечивал высокую эффективность регистрации мгновенных совпадений за счет β - γ -совпадений. Полученные результаты представлены на рис.2, на котором приведены кривые мгновенных совпадений по некоторым сечениям, отмеченным в гамма-спектре совпадений под номерами 1, 2, 3. Обращает на себя внимание наличие во всех временных распределениях затянутого спада, плавно изменяющего свою амплитуду и величину постоянной распада в зависимости от энергии зарегистрированного излучения /см. рис.3 и таблицу/. Эта особенность, очевидно, объясняется типом детектора, характером взаимодействия гамма-излучения с веществом детектора и процессом сбора носителей заряда. На рис.2 показан также и световой реперный пик, который имеет значительно лучшее временное разрешение по сравнению с разрешением временных распределений,

* "Спадом" мы называем ту часть кривой мгновенных совпадений, которая находится ниже 1/10 ее высоты, а "склоном" - часть, определяющую наклон кривой мгновенных совпадений на ее полувысоте.

Таблица

Временное разрешение планарного детектора из HPGe

E_{γ}^* /кэВ/	$2\tau_{1/2}^{**}$ /нс/	$2\tau_{1/10}^{**}$ /нс/	$T_{1/2}$ /склон/ /нс/	$T_{1/2}$ /спад/ /нс/
230	6,6	18,0	1,90	7,0
500	4,7	10,0	1,00	2,7
600	4,4	8,8	0,95	2,4
970	3,2	6,3	0,65	1,5
1173	3,0	5,7	0,55	1,1
1332	2,7	5,5	0,50	1,0
130 ÷ 1332	4,0	9,1	-	-

* Ширина окна $\Delta E_{\gamma} = 10$ кэВ, $\Delta E_{\beta} = 50-350$ кэВ.

** $2\tau_{1/2}$ и $2\tau_{1/10}$ - ширина мгновенных совпадений на 1/2 и на 1/10 его высоты.

полученных в результате гамма-гамма совпадений на источнике ^{60}Co . Этот пик характеризует предельное временное разрешение данного детектора.

Проведенные исследования показали, что при достигнутом временном разрешении широкоапертурный планарный HPGe-детектор в сочетании со сцинтилляционным спектрометром можно использовать для определения времени жизни изомерных состояний ядер в наносекундном и субмикросекундном диапазонах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голиков В.М. и др. ОИЯИ, 13-83-669, Дубна, 1983.
2. Акимов Yu.K. et al. NIM, 1972, 104, p. 581.
3. Борейко В.Ф. и др. ОИЯИ, 13-6396, Дубна, 1972.

Рукопись поступила в издательский отдел
3 апреля 1984 года.

Морозов В.А. и др.

13-84-213

Изучение временных характеристик спектрометра с планарным HPGe-детектором

Изучены временные характеристики полупроводникового широкоапертурного планарного HPGe-детектора, показана возможность применения светового диода для контроля и стабилизации временного канала ПИД и связанных с ним электронных блоков.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод О.С.Виноградовой

Morozov V.A. et al.

13-84-213

Investigation of Time Characteristics of a Spectrometer with Planar HPGe Detector

The time characteristics of a semiconductor wide-aperture planar HPGe detector are investigated, the possibility to apply a light diode for control and stabilization of a time channel and electronic units connected with them is shown.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR..

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984