

с344.1e + с344.1м

B-191

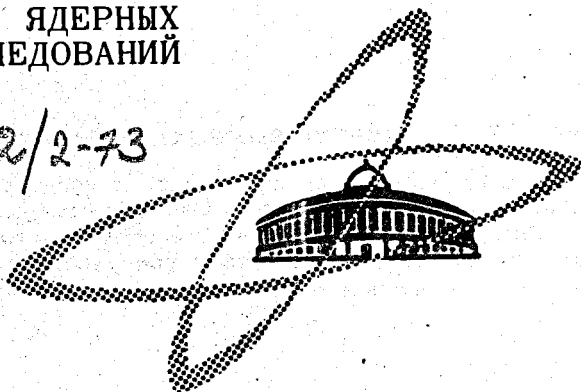
СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

872/2-73

5/III-23

6 - 6768



Э.В.Васильева, В.Г.Тишин, С.Шухиев

НЕКОТОРЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ
ПРИМЕНЕНИЯ γ -СПЕКТРОМЕТРА,
СОСТАВЛЕННОГО ИЗ КОАКСИАЛЬНЫХ
Ge(Li)-ДЕТЕКТОРОВ

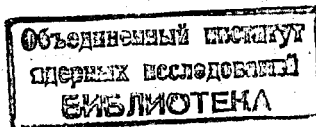
ЛАБОРАТОРИЯ НЕЙТРОННОЙ ФИЗИКИ

1972

6 - 6768

Э.В.Васильева, В.Г.Тишин, С.Шухиев

НЕКОТОРЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ
ПРИМЕНЕНИЯ γ -СПЕКТРОМЕТРА,
СОСТАВЛЕННОГО ИЗ КОАКСИАЛЬНЫХ
Ge(Li)-ДЕТЕКТОРОВ



Необходимость Ge (Li) - детекторов с большими чувствительными объемами очевидна. При современной технологии вполне осуществимо изготовление германиевых спектрометров высокой разрешающей способности объемом 60-80 см³. Дальнейшее увеличение объема при изготовлении одного детектора из одного кристалла ведет к ухудшению геометрии, увеличению емкости и токов утечки, следовательно, к ухудшению разрешения.

Предложены методы, позволяющие увеличить чувствительный объем γ -спектрометра иным путем, а именно: соединением двух или более детекторов и использованием их в качестве одного спектрометра. Детекторы размещаются в отдельных криостатах ^{/1,2/} или в одном ^{/2,7/}. Возможно параллельное соединение этих детекторов с одним общим предусилителем ^{/8/}. Возможен также вариант, когда сигналы снимаются с каждого детектора своими предусилителями и суммируются с помощью сумматора.

Работа спектрометра в режиме суммирования

Мы проводили измерения с тремя коаксиальными детекторами с чувствительными объемами 30 см³, 35 см³ и 37 см³, глубиной слоя 8 мм, 12 мм и 11 мм соответственно. Детекторы помещены в один криостат, как показано на рис. 1. Их параметры изучались с помощью стандартных γ -источников. Подбор коэффициентов усиления предусилителя осуществлялся с таким расчетом, чтобы импульсы одной энергии от всех детекторов попадали в один канал, таким образом исключалось уширение формы пика за счет нелинейности электронной аппаратуры при суммировании.

На рис. 2 показан спектр γ -лучей ⁶⁰Co. Регистрация проводилась в течение равных промежутков времени для каждого детектора отдельно и для двухкристального спектрометра. На рис. 3 представлена такая же картина для трех детекторов. Импульсы от детекторов через отдельные предусилители подавались на сумматор и на усилитель, как показано на рис. 4. Сигналы от отдельных детекторов пропускались через сумматор, так же, как для трехкристального спектрометра.

Шумы дополнительной электроники /сумматора/, учитываясь в каждом случае, определяют разрешение детектора. Увеличение количества детекторов практически не ведет к ухудшению разрешения: для трехкристального спектрометра разрешение не хуже, чем для каждого детектора в отдельности.

Параллельное включение детекторов с одним предусилителем дает худшее разрешение, несмотря на то, что оптимальные смещения для каждого детектора приблизительно одинаковы, шум за счет токов утечки не возрастает и собирание заряда остается хорошим. В данном случае существенным является трехкратное увеличение емкости по сравнению с каждым отдельным детектором. За счет этого разрешение ухудшается вдвое.

Эффективность детектора, рассчитанная по фотопику, для составного детектора на 17% при соединении двух детекторов и на 20% при соединении трех детекторов выше, чем сумма эффективностей отдельных детекторов. Это обусловлено регистрацией в одном счетчике γ -лучей, рассеянных от других детекторов, т.е. каждый новый элемент составного спектрометра будет давать дополнительное увеличение эффективности. Это увеличение может быть более чем пропорционально из-за многократного комптоновского рассеяния между элементами.

Исследование режима суммирующего комптоновского спектрометра

Использование нескольких детекторов в качестве суммирующего комптоновского спектрометра ведет к уменьшению фона, обусловленного комптоновским эффектом. γ -лучи в германии взаимодействуют преимущественно путем комптоновского рассеяния. Рассеиваясь от одного детектора и попадая на другой, при включении детекторов на совпадение они полностью поглощаются и дают вклад в пик полной энергии, а не в фон. Для осуществления такого спектрометра применяется несколько методов /1,2,8/. Один из них - использование в схеме совпадения двух $Ge(Li)$ -детекторов в отдельных криостатах, с отдельными электронными каналами. Блок-схема такого суммирующего комптоновского спектрометра представлена на рис. 5. Только те γ -лучи, которые взаимодействуют в одном детекторе, рассеиваются и взаимодействуют в другом, регистрируются многоканальным анализатором. Спектр ^{22}Na , полученный с по-

мощью спектрометра, показан на рис. 6. Кривая 1 - спектр, снятый в случае, когда γ -источник, детектор I, детектор II расположены на одной прямой, т.е. детектор II регистрирует только рассеяние γ -лучей вперед. Кривая 2 - детектор II расположен под углом 90° по отношению к направлению γ -лучей на детектор I. В первом случае отношение высоты фотопика к высоте комптоновской подложки увеличивается в 3 раза, а во втором - в 5 раз, но эффективность такого спектрометра уменьшается в 26 раз по сравнению с одним детектором. На рис. 6 показан также спектр только рассеянных лучей, регистрируемых детектором II /кривая 3/, а также спектр γ -лучей только от первого детектора, которые, рассеиваясь, попадают во II детектор /кривая 4/.

Исследовалась возможность подобного соединения детекторов, расположенных на близком расстоянии друг от друга в одном криостате. Один из детекторов закрывался от источника γ -лучей слоем свинца толщиной 10 см. Спектр ^{22}Na , снятый с помощью такого спектрометра, показан на рис. 7. В этом случае отношение высоты пика к подложке увеличивается в 100 раз. Подложка слева от пика 511 кэВ обусловлена недостаточной быстротой и порогом схемы совпадения. Просуммированные импульсы вкладываются не в фотопик, а в подложку вблизи пика. При улучшении быстроты и снижении порога схемы совпадения можно добиться полного уничтожения подложки и увеличения высоты фотопика.

Эффективность счета суммирующего комптоновского спектрометра снижается в 16 раз по сравнению с однокристалльным спектрометром, т.е. параметры спектрометра при расположении детекторов в одном криостате существенно лучше, чем спектрометра из двух детекторов в отдельных криостатах.

В каждом конкретном случае поставленная задача определит целесообразность того или иного режима работы спектрометра.

Возможность выделения импульсов заданной энергии

Исследовалась возможность работы спектрометра в режиме самосовпадения. Такой режим может быть целесообразен для ряда прикладных задач при необходимости выделить из общего спектра одну или несколько линий заданной энергии. Схема включения детектора показана на рис. 8. Быстрая схема совпадения пропускает только импульсы, ограниченные порогами дискриминатора, окно которого

устанавливается на определенную энергию. Таким образом, анализируется только линия заданной энергии. Снятый с помощью данной схемы спектр показан на рис. 9.

Настоящие исследования показывают осуществимость увеличения эффективного объема γ -спектрометра путем установки двух, трех и более Ge(Li) -детекторов в один криостат и использования их с отдельными предусилителями в разных режимах. Показано, что параметры такого спектрометра лучше параметров спектрометра, составленного из детекторов в отдельных криостатах.

Авторы выражают благодарность члену-корреспонденту АН СССР Ф.Л. Шапиро за постановку задачи и интерес к работе, Б.Ковачевой и А.В.Дмитрову за помощь при изготовлении детекторов.

Литература

1. G.Kantele, P.Suominen, *Nucl. Instr. and Meth.* 56 (1967), 351.
2. C.Broude, O.Hausser, H.Malm, G.R.Sharpey-Schafer, T.K.Alexander, *Nucl. Instr. and Meth.* 69 (1969), 29.
3. H.Hick, R.Pepelnik, *Nucl. Instr. and Meth.* 68 (1969), 240.
4. B.Lalovic, *Nucl. Instr. and Meth.* 47 (1967), 173.
5. B.Lalovic, R.E.Azuma, B.Petrovic, *IEEE Trans. Nucl. Sci.* NS-14, 1(1967), 514.
6. H.L.Malm, *IEEE Trans. Nucl. Sci.* NS-14, 1 (1967), 521.
7. E.W.Saunders, C.G.Maxwell, *IEEE Trans. Nucl. Sci.* NS-15, 1(1968), 423.
8. R.N.Larsen, M.G.Strauss, *IEEE Trans Nucl. Sci.* NS-17, 3 (1970), 254.

Рукопись поступила в издательский отдел
24 октября 1972 года.

Рис. 1. Расположение трех Ge(Li) - детекторов в одном кристалле.

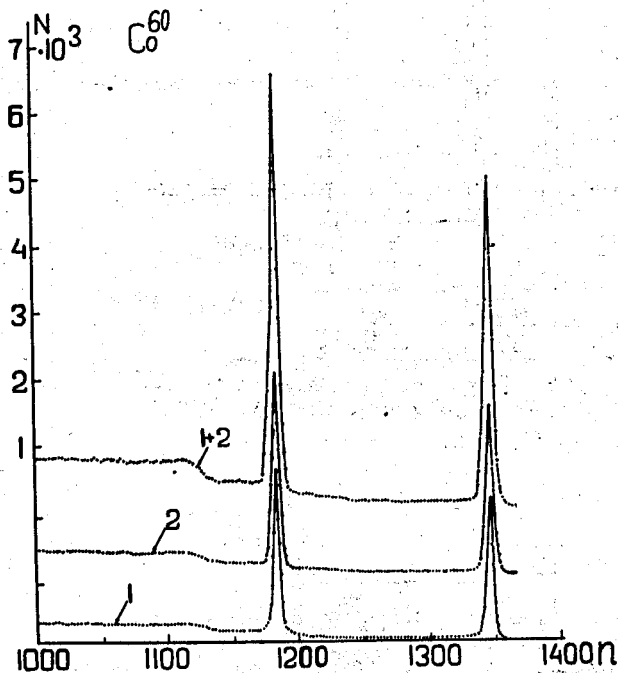
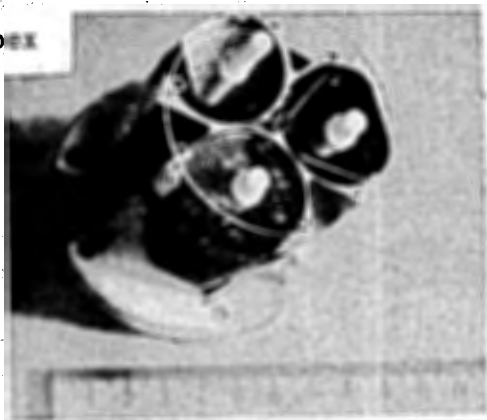


Рис. 2. Спектры ^{60}Co , снятые каждым детектором отдельно /№№ 1, 2/ и двухкристалльным спектрометром. Нулевая линия каждого выше расположенного спектра поднята на 1000 импульсов.

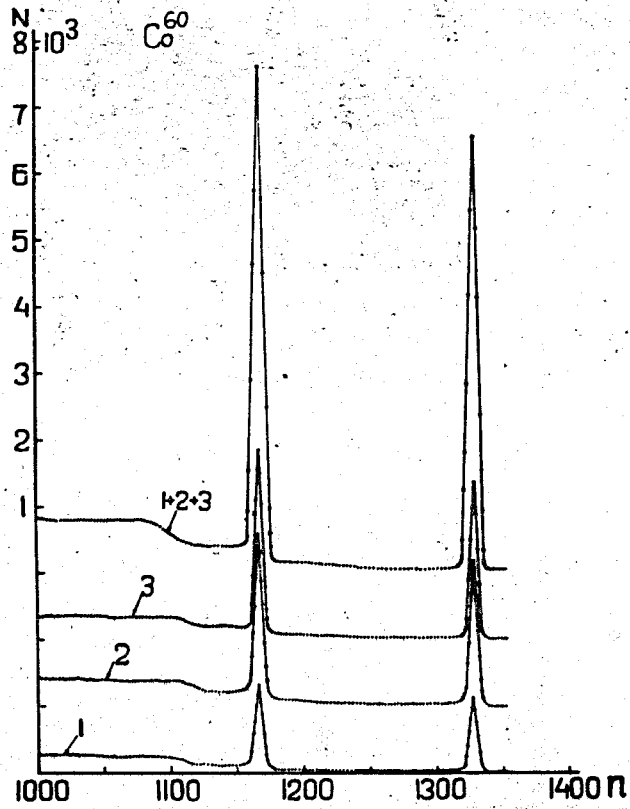


Рис. 3. Спектры ^{60}Co , снятые каждым детектором отдельно /№№ 1, 2, 3/ и трехкристалльным спектрометром. Нулевая линия каждого расположенного выше спектра поднята на 1000 импульсов.

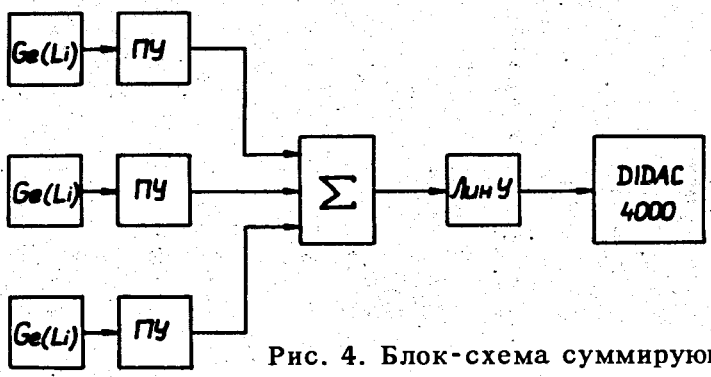


Рис. 4. Блок-схема суммирующего спектрометра.

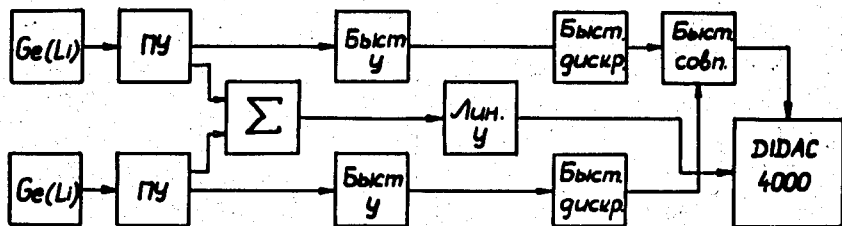


Рис. 5. Блок-схема суммирующего комптоновского спектрометра.

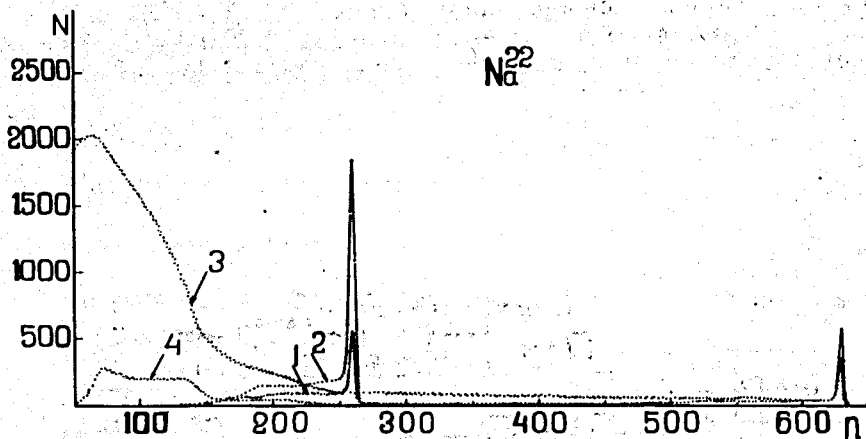


Рис. 6. Спектры от суммирующего комптоновского спектрометра. Детекторы помещены в отдельные криостаты: 1/ спектр ^{22}Na , снятый при расположении детекторов на одной прямой с γ -источником; 2/ спектр ^{22}Na , снятый при расположении детектора II под углом 90° к направлению γ -пучка на детектор I; 3/ спектр отраженных импульсов, регистрируемых детектором II; 4/ спектр электронов отдачи, регистрируемых детектором I.

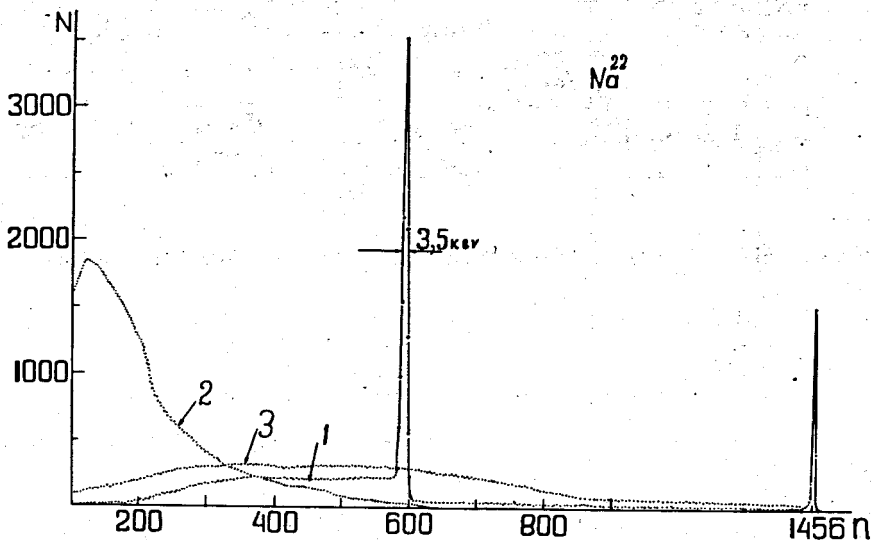


Рис. 7. Спектры от суммирующего комптоновского спектрометра. Детекторы расположены в одном криостате. 1/Спектр ^{22}Na . 2/Спектр отраженных импульсов, регистрируемых детектором II. 3/Спектр электронов отдачи, регистрируемых детектором I.

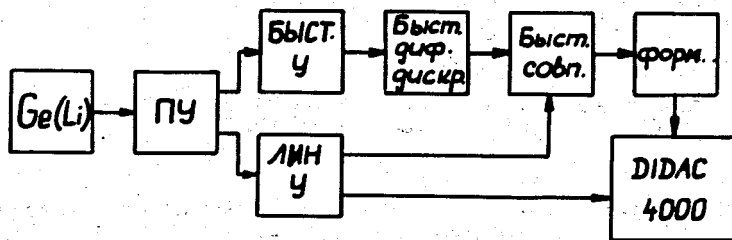


Рис. 8. Блок-схема спектрометра, предназначенного для выделения из спектра линии заданной энергии.

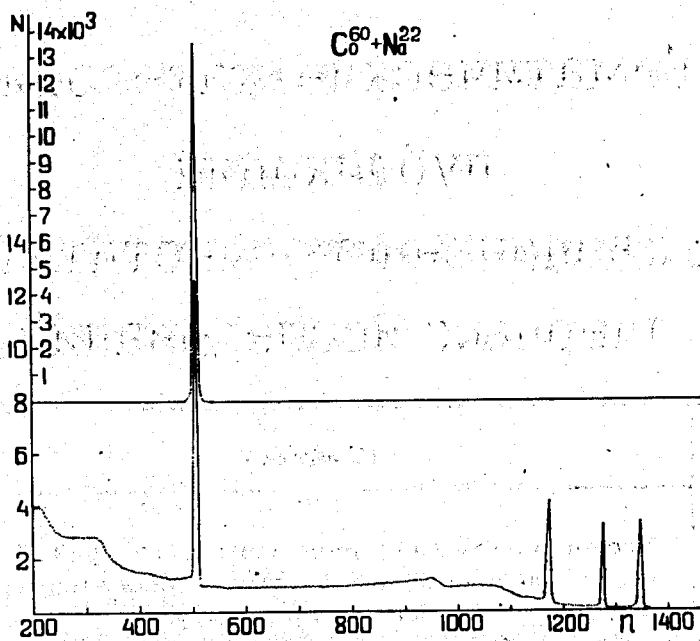


Рис. 9. Спектр ^{22}Na и ^{60}Co /1/ и выделенная из общего спектра линия 511 кэВ /2/.