

гл. процессом взаимодействия γ -лучей с рабочим веществом детектора является образование пар.

Сцинтилляционный Г.-с. представляет собой комбинацию *фотоэлектронного умножителя* (ФЭУ) и *сцинтиллятора*, в к-ром под действием электронов, создаваемых γ -лучами, образуется кратковрем. вспышка света — сцинтилляция, преобразуемая в ФЭУ в электрич. сигнал; амплитуда сигнала импульса пропорциональна энергии электрона (см. *Сцинтилляционный детектор*). *Амплитудный анализатор* позволяет получить амплитудный спектр импульсов. Для спектрометрии γ -квантов с энергией до неск. МэВ чаще всего применяются сцинтилляторы из NaI, активированного Tl. Это вещество отличается достаточно большой плотностью (3,67 г/см³) и сравнительно высоким ср. ат. номером, что обеспечивает высокую эффективность

дырочные пары. С помощью приложенного электрич. поля электроны и дырки выводятся из обеднённой области. Возникающий в результате этого электрич. импульс усиливается и регистрируется амплитудным анализатором. При этом амплитуда импульса, пропорциональная энергии электрона и энергии γ -кванта, определяется по пику полного поглощения (см. *Полупроводниковый детектор*).

Поскольку на образование одной пары носителей заряда требуется, по крайней мере, в 100 раз меньше энергии (2,8 эВ в кристалле Ge), чем затрачивается в сцинтилляц. счётчике на получение одного фотоэлектрона с фотокатода ФЭУ, то разрешающая способность полупроводникового Г.-с. оказывается гораздо более высокой, чем у сцинтилляц. Г.-с. Для спектрометрии γ -квантов с энергией порядка неск. МэВ в осн. применяются работающие при темп-ре жидкого азота германиевые детекторы двух типов: детекторы, в к-рых обеднённая область создана внедрением ионов Li в кристалл Ge с проводимостью *p*-типа, и детекторы из сверхчистого Ge. Полупроводниковые Г.-с. дают возможность получить $\Delta E \approx 1,7-2$ кэВ при $E = 1,33$ МэВ. В области малых энергий γ -квантов применяются небольшие по объёму детекторы из сверхчистого Ge и Ge, в к-ром обеднённая область создана предварительным интенсивным γ -облучением (т. н. ради ац. детекторы), а также детекторы из Si с внедрённым Li. При энергиях γ -квантов ~ 6 кэВ в таких Г.-с. достигнуты ширины линий $\Delta E \sim 150-200$ эВ, а при $E \sim 60$ кэВ $\Delta E \sim 350-400$ эВ.

По эффективности полупроводниковые Г.-с. значительно уступают сцинтилляционным с кристаллами NaI (Tl). Германиевые детекторы объёмом ~ 30 см³ имеют эффективность регистрации γ -квантов с энергией 1,33 МэВ, определённую по площади пика полного поглощения, порядка 2-3% (рис. 2). Большой

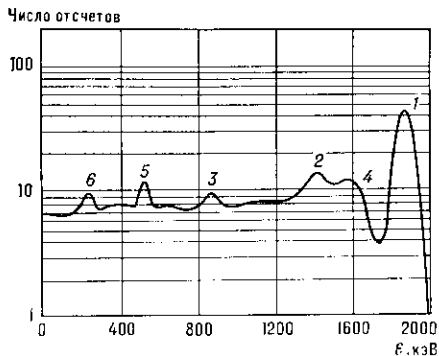


Рис. 1. Амплитудный спектр импульсов от сцинтилляционного гамма-спектрометра с кристаллом NaI(Tl) диаметром и высотой ~ 76 мм, облучаемого γ -квантами с энергией 1,92 МэВ.

регистрации γ -квантов. Разрешающая способность сцинтилляц. Г.-с. $\Delta E/E \sim 4-5\%$ при $E \approx 1,3$ МэВ и изменяется с энергией приблизительно как $E^{-1/2}$.

В спектре, полученном с помощью сцинтилляц. Г.-с., можно видеть т. н. пик полного поглощения (рис. 1). В него дают вклады все процессы, в результате к-рых энергия γ -кванта целиком поглощается в кристалле: фотоэлектрич. поглощение, к-рому сопутствует поглощение испущенных рентг. квантов (см. *Фотоэффект*); образование пар, сопровождающееся поглощением обоих γ -квантов, возникающих при аннигиляции пары позитрон-электрон; комптоновское рассеяние с поглощением рассеянного кванта (см. *Комптона эффект*). Во всех этих случаях должны поглощаться также все рентг. кванты, связанные со всеми процессами фотоэлектрич. поглощения. Энергия, соответствующая пику полного поглощения, и есть энергия γ -кванта.

В спектре видны также пики, соответствующие процессам образования пар в сцинтилляторе, сопровождающимся вылетом из него одного (2) или двух (3) аннигиляц. γ -квантов. Комптоновское рассеяние γ -лучей в сцинтилляторе приводит к возникновению сложного спектра, заканчивающегося со стороны высоких энергий характерным уступом (4), соответствующим верх. границе энергетич. распределения комптоновских электронов. Пики 5 и 6 связаны с аннигиляц. квантами и излучением, рассеянным окружающими предметами. Иногда в сцинтилляц. Г.-с. можно увидеть т. н. п и к и в ы л е т а, соответствующие фотоэлектронам и одновременно вылету из кристалла рентг. квантов *K*-серии, следующих за фотопоглощением γ -квантов. Соотношение интенсивностей всех перечисленных пиков зависит от энергии γ -квантов, а также от размеров и формы сцинтиллятора.

Полупроводниковый Г.-с. Всё сказанное выше о форме спектра импульсов сцинтилляц. Г.-с. относится и к др. видам Г.-с., среди к-рых важную роль играют полупроводниковые Г.-с. В монокристалле *полупроводника* создаётся область, обеднённая осн. носителями заряда. Под действием электронов, образуемых γ -квантами, в этой области возникают электроно-

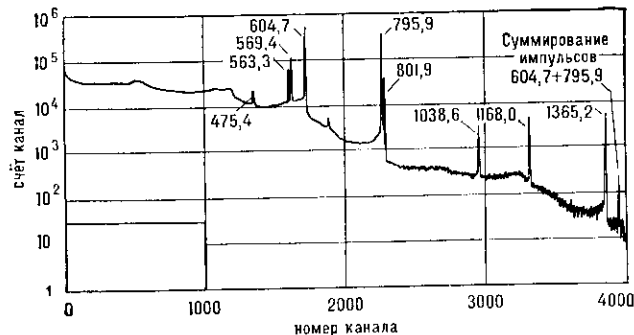


Рис. 2. Амплитудный спектр импульсов от полупроводникового γ -спектрометра с коаксиальным Ge(Li)-детектором (рабочий объём 38 см³), облучаемого γ -квантами радионуклида ¹³⁷Cs. По оси ординат — число отсчётов на канал анализатора; цифры над пиками указывают энергии γ -квантов в кэВ.

объём кристалла даёт большую эффективность (существуют германиевые детекторы с рабочим объёмом 100-120 см³ и более).

Другие Г.-с. для малых энергий γ -квантов. В области энергий γ -квантов $E \sim 100$ кэВ иногда применяются газовые *пропорциональные счётчики*, наполненные Ag или Kг. По разрешающей способности они уступают полупроводниковым Г.-с., но существенно превосходят сцинтилляц. Г.-с.

Магн. Г.-с., основанные на измерении энергии комптоновских электронов или электроно-позитронных пар, создаваемых γ -квантами в тонком радиаторе, игравшие важную роль в прошлом, применяются редко, их вытесняют полупроводниковые Г.-с., не уступающие им по разрешающей способности, но значительно превосходящие их по эффективности. Однако магнитные спектрометры сохранили своё значение в качестве спектрометров электронов внутри конверсии