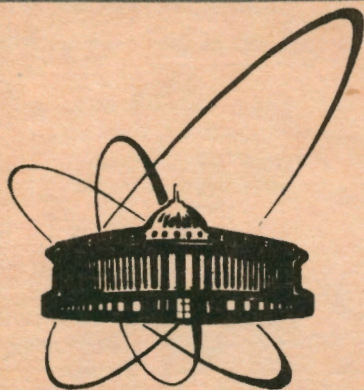


92-331



объединенный
институт
ядерных
исследований
дубна

P13-92-331

Ю.Г.Соболев, М.П.Иванов, И.В.Кузнецов,
А.В.Даниэль*

МНОГОМОДУЛЬНЫЙ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЙ
СПЕКТРОМЕТР НА ОСНОВЕ CsJ(Tl)-КРИСТАЛЛОВ
ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ γ -КВАНТОВ С ЭНЕРГИЕЙ
1 - 100 МэВ

Направлено в журнал "Приборы и техника эксперимента"

*Радиевый институт им. В.Г.Хлопина, Санкт-Петербург

1992

1. Введение

В последнее время возрос интерес к экспериментальному изучению эмиссии γ -квантов с энергией, $E_\gamma > 8$ МэВ, сопровождающей взаимодействие тяжелых ионов при нерелятивистских энергиях. Уже в одной из первых экспериментальных работ, посвященных данному вопросу [1], сообщалось о наблюдении "бампов" - изломов γ -спектра в районе $E_\gamma \approx 8 - 15$ МэВ, отнесенных к прямому γ -распаду гигантского дипольного резонанса (ГДР) составного ядра, а также о значительном превышении расчетной величины выхода γ -излучения в диапазоне энергий $E_\gamma > 8$ МэВ. Вопросу изучения механизма образования и γ -распада ГДР в реакциях с тяжелыми ионами посвящен ряд работ, см., например, [2, 3]. В более жесткой области $E_\gamma \geq 20$ МэВ предложены различные механизмы γ -излучения, дающие вклад в сечение рождения γ -квантов высокой энергии, в частности, когерентное тормозное излучение. Вопросу природы образования жесткого γ -излучения в ядерно-ядерных взаимодействиях посвящен ряд работ, например [4, 5]. В работе [5] отмечалась возможность экспериментального наблюдения проявления когерентной моды механизма торможения в спонтанном делении (CD) ^{252}Cf . Наблюдается некоторое разногласие опубликованных результатов экспериментальных исследований в данной области. При исследовании эмиссии γ -квантов с энергиями 50-170 МэВ и 50-240 МэВ [6, 7] при спонтанном делении ^{252}Cf были установлены верхние пределы величин вероятности эмиссии γ -квантов, равные 7.0×10^{-7} и 1.4×10^{-6} соответственно. В работе [8] установленный верхний предел величин вероятности эмиссии γ -квантов составил около 10^{-8} для 20 МэВ и 5×10^{-9} для $E_\gamma = 120$ МэВ. В работе [5] приведены величины вероятностей γ -излучения при CD ^{252}Cf , равные 10^{-7} и 10^{-8} для $E_\gamma = 20$ и 120 МэВ соответственно. Противоречивые результаты можно объяснить методическими особенностями экспериментальных установок. Например, в работе [8] для уменьшения фона космического излучения γ -детектор окружался системой плоских пластиковых сцинтилляторов, работающих в режиме антисовпадения с γ -детектором. Было отмечено, что это

уменьшило фон от космического излучения в несколько десятков раз, однако не сообщается о просчете событий регистрации жестких γ -квантов СД ^{252}Cf с неполным энерговыделением в γ -детекторе, с соответствующим перерасеянием энергии в пластиковые сцинтилляторы. Отмеченные выше задачи требуют соответствующего энергетического разрешения и знания функций отклика γ -спектрометра в заданном энергетическом диапазоне. Созданная экспериментальная установка применяется в экспериментах по изучению механизма реакций, сопровождающихся эмиссией жестких γ -квантов, а также при спонтанном делении ядер.

2. Описание методики

Схема установки приведена на рис. 1. Установка содержит

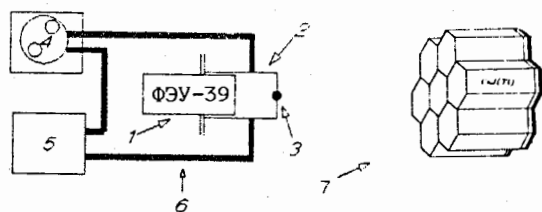


Рис.1. Схема устройства экспериментальной установки

- 1- фотоэлектронный умножитель; 2- газовая камера;
- 3- источник осколков спонтанного деления;
- 4- перистальтический насос; 5- буферный объем;
- 6- система медных газопроводов; 7- γ -спектрометр.

сборку "7" из 7 сцинтилляционных детекторов $\text{CsJ}(\text{Tl})$, детекторов шестигранного сечения диаметром описывающей окружности 100 мм, длиной 150 мм. [13]. Для уменьшения фона сборка окружалась свинцовой защитой (на рисунке не приведена). На расстоянии 45 см от передней поверхности центрального модуля γ -спектрометра помещался источник спонтанного деления "3", находящийся внутри камеры "2" сцинтилляционного газового детектора. Между спектрометром и источником устанавливался свинцовый коллиматор (на рисунке не приведен) с толщиной стенок 5 см. Коллиматор образовывал телесный угол, позволявший проецировать γ -кванты источника во вписанный круг в шестигранник задней поверхности центрального модуля спектрометра.

2.1. Детектор осколков деления

В качестве стартового детектора в экспериментальной установке использовался газовый сцинтилляционный детектор (ГСД). К преимуществам ГСД по сравнению с другими детекторами осколков деления можно отнести такие характеристики, как: высокое быстродействие, крутизна переднего фронта импульса, малое время послесвечения, линейная зависимость импульсов ГСД от энергии регистрируемых заряженных частиц. Это позволяет достигнуть высокого временного разрешения при максимальной геометрической и счетной эффективностях, возможности регистрации осколков деления на фоне сильного α -излучения.

Известно [9, 10, 11, 12] большое количество ГСД различных конструкций. Поскольку излучение инертных газов, используемых в ГСД, лежит, главным образом, в ультрафиолетовой области (УФ) в ряде конструкций ГСД использованы световые конверторы, преобразующие УФ-сцинтилляцию в излучение с длиной волны, соответствующей области максимальной чувствительности фотокатодов обычных ФЭУ. Описаны ГСД, в которых используются чувствительные к УФ-области ФЭУ без светопреобразователей. Например, в работе [12] газовый объем ГСД просматривался ФЭУ-53 через окна из кварцевого стекла. В данной работе использовался метод непосредственной регистрации УФ-излучения чувствительным к этой области спектра ФЭУ-39 с сурьмяно-цезиевым фотокатодом на кварцевом стекле, см. рис. 1 - "1". Отличие данной конструкции ГСД от других - в отсутствии окон. ФЭУ вакуумно уплотнялся в камере "2" ГСД, и сцинтилляционное излучение рабочего газа взаимодействовало непосредственно с фотокатодом. Камера "2" представляла собой цилиндр с фланцем для вакуумного уплотнения ФЭУ, изготовлена из латуни, имеет внутренний диаметр 44 мм, толщина стенок равна 1 мм. Источник спонтанного деления "3" закреплялся на дне стакана. Расстояние между источником и фотокатодом ФЭУ составляло 40 мм. Для поддержания постоянства рабочего состава газ постоянно прокачивался через камеру ГСД и буферный объем "5" (15 л.) с помощью перистальтического насоса "4".

Трубки для протока газа "6" были изготовлены из меди, все вакуумные уплотнения и соединения - из вакуумной резины. Давление газа составляло 1 атм. Скорость протока газа в системе - около 0.2 л/мин.

На рис.2 представлены амплитудные спектры осколков спонтанного деления ^{248}Cm , полученные в ГСД при использовании рабочих газов Xe (широкая линия) и Ar (в случае Xe коэффициент усиления спектрометрического тракта был уменьшен вдвое, по сравнению с Ar). Из рисунка видно, что структура спектра позволяет отделить осколки деления от α -частиц. Отсутствие в спектрах четко выделенных пиков тяжелых и легких осколков связано с недостаточной чистотой примененных рабочих газов, никаких специальных мер по очистке газов не предпринималось. Ввиду распространенности и доступности в экспериментах в качестве рабочего газа главным образом использовался Ar. Смена газа в ГСД проводилась через 2 - 3 суток работы.

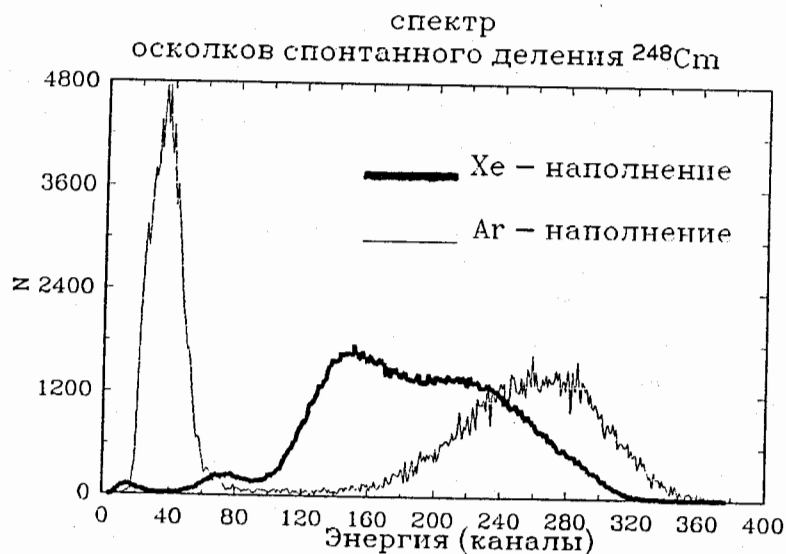


Рис.2

2.2. γ - спектрометр

2.2.1. Конструкция γ - спектрометра

представляет собой сборку из 7 γ - детекторов, каждый детектор собран из сцинтилляционного кристалла CsJ(Tl), в форме прямоугольной призмы, в основе которой правильный шестигранник с диаметром описывающей окружности 100 мм, высота призмы - 150 мм. Предварительно отшлифованные поверхности кристалла покрывались тонким слоем пасты MgO на обезвоженном этиловом спирте. Корпус кристалла детектора изготавливался из тонкого листа белой бумаги, обработанной аналогичным образом, и тонкого листа черной плотной бумаги. Использованный для склеивания поверхностей листов бумаги нитроклей одновременно придавал необходимую герметичность корпусу кристалла. Таким образом, тонкий бумажный корпус (средняя толщина ≈ 0.5 мм) обеспечивал энергетическое разрешение $dE \approx 12 - 17\%$ при $E_\gamma = 662$ кэВ для различных экземпляров кристаллов. [14]

2.2.2. Калибровка

детекторов γ - спектрометра проводилась в мягкой области стандартными источниками ОСГИ ^{137}Cs (662 кэВ), ^{60}Co (1173, 1332 кэВ), в диапазоне до 10 МэВ для калибровки использовалась реакция $^9\text{Be}(\alpha, n)^{12}\text{C}$ в PuBe n - γ -источнике по двум реперным точкам. $E_{\gamma 1} = 4.43$ МэВ соответствуют γ -распаду возбужденного состояния ^{12}C , и $E_{\gamma 2} = 6.79$ МэВ от захвата тепловых нейтронов на ядре

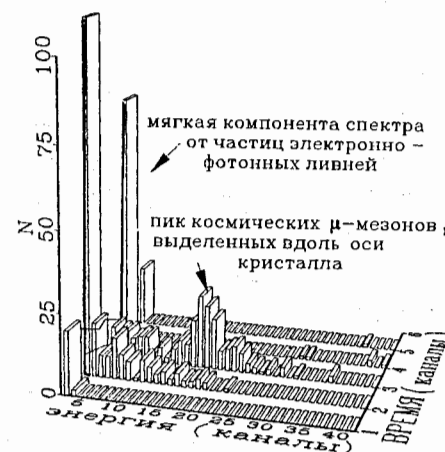


Рис.3.

^{127}I в материале сцинтилятора CsJ(Tl). Калибровка в диапазоне 20 - 100 МэВ осуществлялась по энергвыделению

космических μ -мезонов с отбором событий прохождения регистрируемых частиц в выделенных направлениях: вдоль оси кристалла и перпендикулярно боковым граням кристалла.

Выделение пучка μ -мезонов заданного направления осуществлялось организацией двойных и тройных совпадений, где в качестве вспомогательных "пролетных" детекторов тройного телескопа использовались сцинтилляторы NaJ(Tl) \varnothing 63 x 63 мм, между которыми устанавливался тестируемый детектор γ -спектрометра. Запись события в память ЭВМ в этом

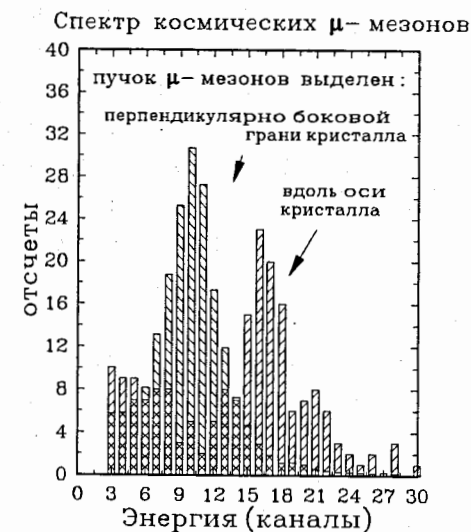


Рис. 4

"Y"- шкала временных корреляций CsJ(Tl)-детектора и одного из NaJ(Tl)-детекторов телескопа. Совпадение калибровок в трех энергетических диапазонах составило около 1%, что позволило проводить "on line" -калибровку по пикам μ -мезонов космического излучения. При калибровке на пучок μ -мезонов оказалось важным снять мешающий фактор от мягкой компоненты спектра от частиц электронно-фотонных ливней, см. рис.3. По этой причине γ -спектрометр был закрыт свинцовым домиком с толщиной стен в 5 см. На рис.4 представлен амплитудный спектр выделенных пучков μ -мезонов космического излучения вдоль

случае проводилась при совпадении логических сигналов временной отметки трех либо двух детекторов в заданном временном диапазоне. Дальнейший корреляционный анализ записанных физических событий проводился "off line" -методом. На рис. 3 представлен двухмерный спектр " $E_{\mu} \times T$ ", полученный при калибровке пучком вдоль оси кристалла, по оси "x" - энергия выделенная регистрируемой частицей в CsJ(Tl)-детекторе, по оси

Моделированное GEANT III энерговыделение

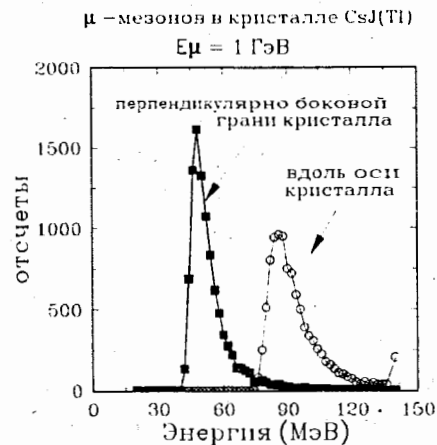


Рис. 5

энерговыведения μ -мезонов с энергией $E_{\mu} = 1$ ГэВ в кристалле CsJ(Tl) данных размеров при прохождении пучка в аналогичных направлениях, вдоль оси кристалла центрального детектора и перпендикулярно его боковой грани, соответственно.

2.2.3. Работа γ -спектрометра.

Проблеме регистрации γ -излучения высокой энергии посвящен ряд обзоров и методических публикаций, например, см. [15,16,17]. Одним из способов решения этой проблемы является одновременная регистрация вылетевших из чувствительного объема γ -детектора вторичных частиц с последующим отбором событий по условию энерговыделения во внешнем чувствительном объеме. На данном принципе построены несколько методик регистрации γ -квантов:

-детекторы с антикомptonовской защитой позволяют по превышению энерговыделения во внешнем чувствительном объеме пороговой величины устранять часть импульсов, содержащихся в комptonовской части спектра [18];

-аннигиляционные γ -спектрометры основаны на использовании совпадений сигналов с центрального

оси кристалла центрального детектора и перпендикулярно его боковой грани. Данный спектр набирался в условии двойных совпадений, а именно: центральный CsJ(Tl)-детектор и один из NaJ(Tl)-детекторов телескопа. Уширение низкоэнергетического пика, соответствующего выделенному пучку μ -мезонов перпендикулярно боковой грани CsJ(Tl)-детектора, показывает необходимость использования тройных совпадений. На рис. 5 показаны результаты расчета методом Монте-Карло

детектора с сигналами от аннигиляционных γ -квантов от детекторов внешнего чувствительного объема [17, 19];

- принцип суммирующего спектрометра, основанный на выделении из ансамбля детекторов "центрального" для данного конкретного физического события регистрации γ -кванта высокой энергии с последующим суммированием энергии, выделившейся из окружающих "центральный" [20].

Ниже приведены некоторые результаты анализа режимов работы нашего спектрометра. Анализ проведен с помощью компьютерного кода GEANT [21] версии 3.14.15, созданного в ЦЕРН и адаптированного на ЭВМ ЕС 1066 ОИЯИ. Код GEANT представляет собой библиотеку подпрограмм, предназначенных для моделирования переноса большинства типов элементарных частиц, а также и γ -квантов с энергиями выше 10 кэВ в трехмерном пространстве. В процессе моделирования истории

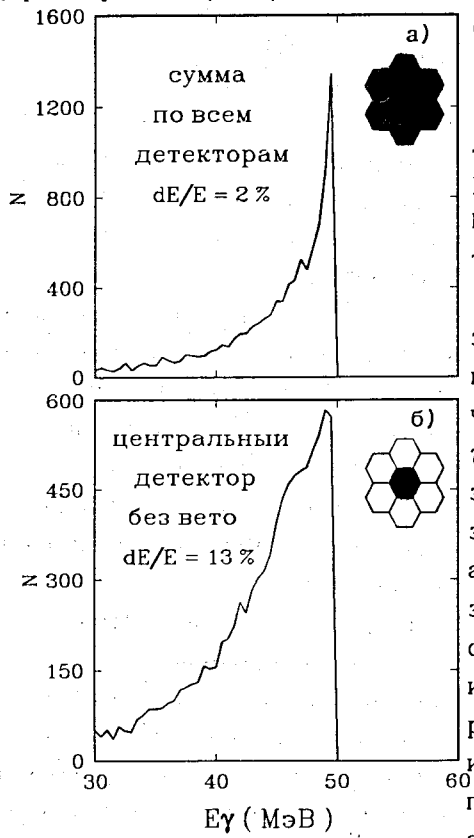


Рис.6 (а, б)

одного γ -кванта источника запоминались значения энергии, выделившейся в различных детекторах, входящих в рассматриваемую систему. История считалась законченной только после остановки (энергия частицы ниже заданного порога - 10 кэВ в нашем случае) или вылета всех частиц, порожденных одним γ -квантом, из установки. После завершения истории полученные значения энергий анализировались с помощью заданных логических функций отбора, информация запоминалась, и осуществлялся переход к розыгрышу следующего γ -кванта источника. Таким образом были промоделированы функции отклика спектрометра на

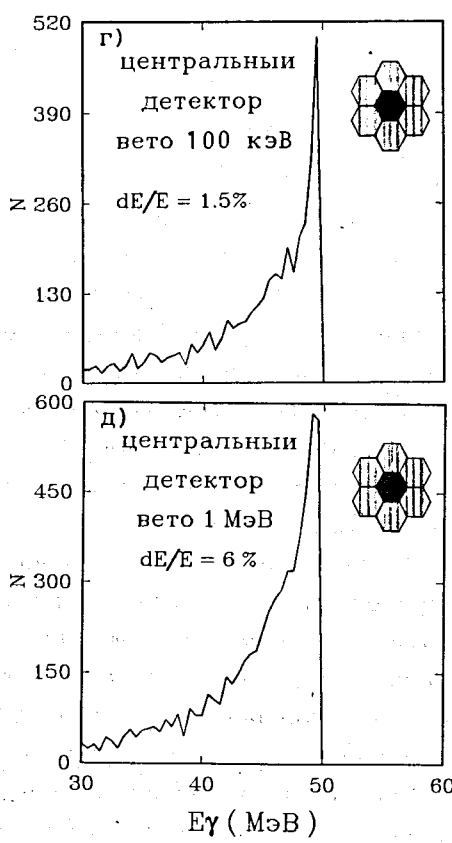
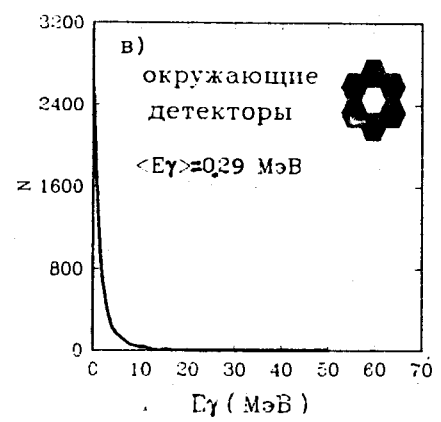


Рис.6 (в, г, д)

моноэнергетическое γ -излучение, равномерно распределенное в телесном угле с раствором угла δ , удовлетворяющему условию: $\cos(\frac{\delta}{2}) \in [1.0, 0.917]$.

Источник излучения находился на оси центрального детектора на расстоянии $L = 45$ см от передней поверхности кристалла. В качестве примера на рис.6

представлены кривые рассчитанных энергетических распределений при моделировании 10^4 событий изотропного излучения γ -кванта с $E_\gamma = 50$ МэВ в заданном телесном угле. рис.6 в) представляет кривую энергетического распределения вторичных частиц - электронов и позитронов, перерассеянных через боковые поверхности центрального кристалла в соседние кристаллы.

Спектр быстро падает с увеличением энергии, среднее энерговыделение в соседние кристаллы $\langle E_\gamma \rangle = 0.29$ МэВ. Зависимость средних энерговыделений в центральном и боковом кристаллах от энергии первичных γ -квантов показана на рис.7. На рис.6 б) приведен

инклюзивный спектр в центральном детекторе, без учета условий на боковые детекторы спектрометра. Широкое энергетическое распределение ($dE/E_0 = 13\%$) определяется эффектом перерасеяния энергии из центрального модуля. Процедура суммирования позволяет заметно улучшить разрешение детектора ($dE/E_0 = 2\%$) с повышением его

эффективности регистрации в "пике полного поглощения", см. рис. 8. Однако включение режима активной защиты, в котором накладывается запрет набора в спектр при превышении энерговыделения в боковых детекторах пороговой величины, позволяет улучшить энергетическое разрешение ($dE/E_0 = 1.5\%$) при $E_{\text{вето}} = 100$ кэВ, см. рис. 6 г). Это является важным при некоторых физических экспериментах, например, по изучению эффекта расщепления ГДР, а также в экспериментах по исследованию параметров ГДР в спонтанном делении ядер, где увеличением времени экспозиции можно скомпенсировать недостаток метода активной защиты - малую эффективность регистрации в пике полного поглощения, см. рис. 8. На рисунке 8 приведены расчетные кривые зависимости площади под пиками полного поглощения и одиночного вылета от энергии регистрируемого γ -кванта для различных режимов работы спектрометра. Кривая "вето 100 кэВ" получена при включении режима активной защиты при $E_{\text{порог}} = 100$ кэВ. Кривая "инклюзив" набрана на рис. 8 при инклюзивном наборе спектра в центральный модуль независимо от перерасеяния энергии в боковые детекторы спектрометра. Кривая "сумма" получена при суммировании энерговыделений в центральном

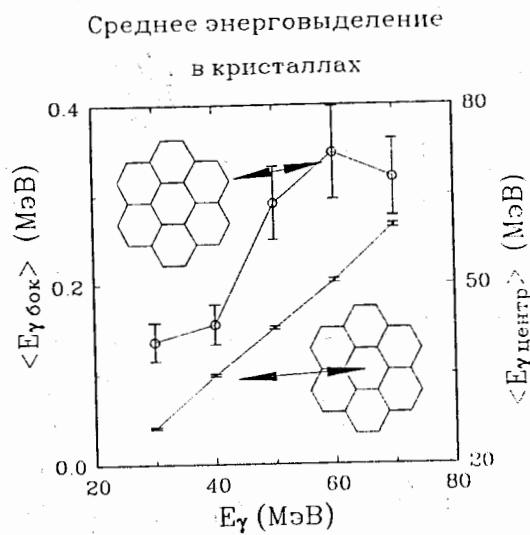


Рис. 7

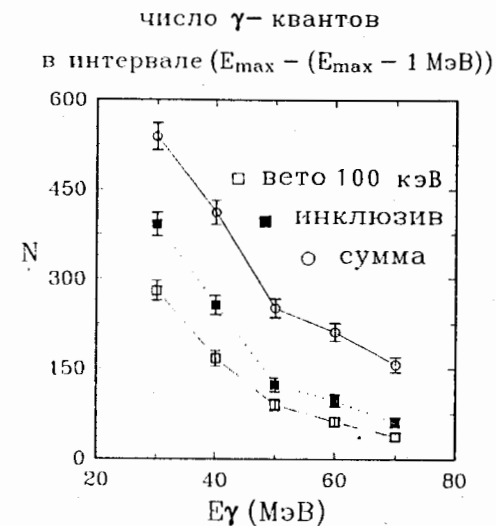


Рис. 8

модуле и боковых модулях. Для каждой энергии рассматривалось 10^3 событий изотропно распределенных γ -квантов в указанном телесном угле. Условия геометрии аналогичны описанным для рис. 6. На рис. 9 показаны рассчитанные кривые функций отклика на моноэнергетичные γ -кванты указанных энергий. Верхние кривые соответствуют спектрам в центральном детекторе набранными без условий, нижние - в режиме активной защиты из окружающих детекторов при $E_{\text{вето}} = 100$ кэВ. Рассматривалось по 10^3 событий для каждой энергии, условия моделированного эксперимента не менялись. Проведенный анализ параметров γ -спектрометра на основе метода Монте-Карло позволил определить диапазоны энергии регистрируемых γ -квантов, для которых оптимален определенный режим работы спектрометра. Были рассчитаны эффективности и функции отклика спектрометра для различных пороговых энергий вето - детектора. Результаты анализа позволили выбрать электронную схему установки, позволившую эксплуатировать спектрометр в различных режимах методом "off line". "TFA", подаются на входы блоков временной привязки со следящим порогом "CFTD". Сформированные логические импульсы временной привязки подаются на входы блока преобразователя время - амплитуда "TAC". Запрос на обработку физического события вырабатывается блоком KL23-K [23] от логического сигнала "true start" схемы совпадений блока "TAC" (задержанный сигнал "stop", несущий дополнительно информацию о наличии совпадения сигналов с FF и CsJ(T1) в заданном в TAC временном интервале). Аналоговый импульс блока "TAC"

функции отклика центрального модуля спектрометра на моноэнергетическое γ -излучение (GEANT-III)

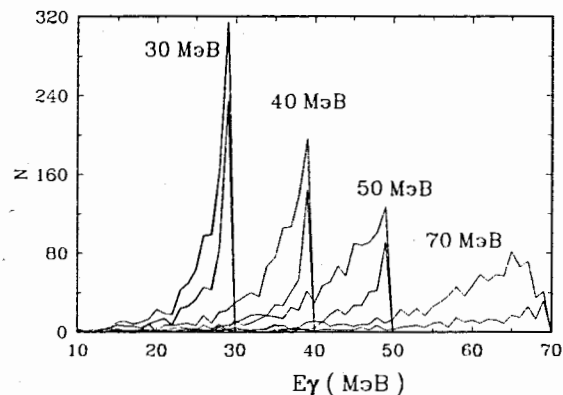


Рис. 9

3.1 Электронная система установки

представлена на рис. 10. В данной схеме используются логические сигналы временной привязки стартового детектора ГСД осколков деления "FF" и центрального модуля γ -спектрометра "CsJ(Tl) 4". Временные тракты обоих

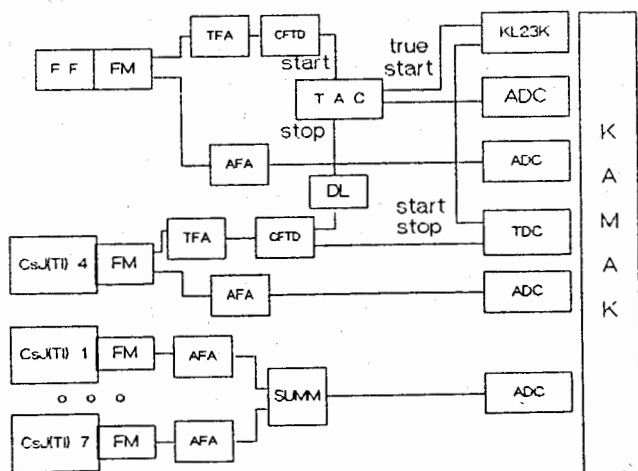


Рис. 10

детекторов организованы следующим образом: анодные импульсы ФЭУ "FM", сформированные быстрыми усилителями

ВРЕМЕННЫЕ ДИАГРАММЫ РАБОТЫ СХЕМЫ

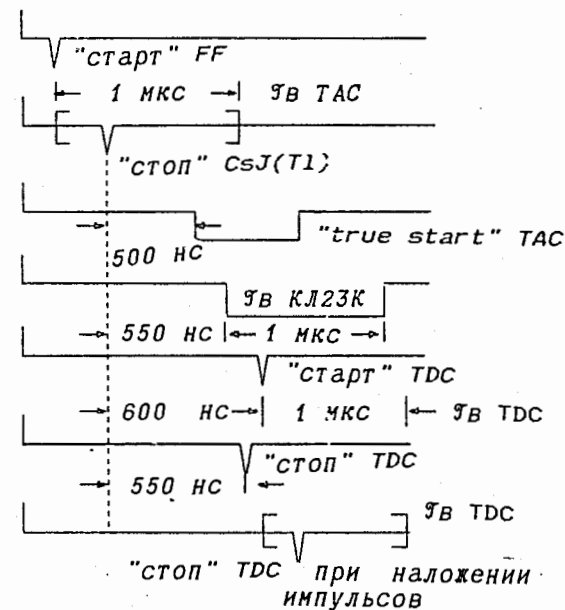


Рис. 11

поступает на вход преобразователя "амплитуда - цифровой код" ПА -24К [24], обозначенный как "ADC". Второй сигнал временной привязки с центрального γ -детектора, заведенный через временную задержку на кабеле на вход "stop" блока преобразователя "время - цифровой код" "TDC", служит для получения признака наложения импульсов от двух γ -квантов, приходящих во временном интервале, меньшем 1 мкс. Задержка на кабеле выбирается равной времени задержки сигнала "tv" блока KL23-K ($t = 550$ нс), приходящего на вход "start" блока "TDC". В случае прихода последующего импульса с центрального детектора в пределах 1 мкс на выходном регистре "TDC" будет записано ненулевое слово. Сигнал "tv" блока KL23-K задержан относительно сигнала - "true start" блока "TAC" на 500 нс и несет дополнительно информацию о том, что контроллер крейта свободен для обработки данного события. Аналоговые тракты детекторов FF и CsJ(Tl) имеют спектрометрические усилители с активными фильтрами "AFA" и блоки "ADC", работающие в режиме с постоянно закрытыми

входами. Управление аналоговыми входами преобразователей "ADC" производится по резервированной шине P2 КАМАК сигналом "тv" блока KL23-К. Временные диаграммы работы электронной схемы представлены на рис. 11. Спектрометрический тракт детекторов CsJ(Tl)-1...CsJ(Tl)-7 дополнительно включает суммирующий усилитель "SUMM", на который заводятся выходы усилителей "АFA". Суммируемый сигнал оцифровывается "ADC" аналогично другим трактам. Времена постоянной интегрирования всех "АFA" составляли 1мкс. Длительность импульса "тv" блока KL23-К, см. рис.11, составляла 2 мкс.

4.1. Предварительные результаты измерений

Описанные выше режимы работы спектрометра были проверены экспериментально при регистрации γ -квантов и нейтронов в спонтанном делении ядер ^{248}Cm , интенсивность источника составляла 600 делений / сек. Условия измерений описаны в главе 2. На рис. 12 представлены результаты сортировок "off line" спектров импульсов центрального модуля γ -спектрометра в

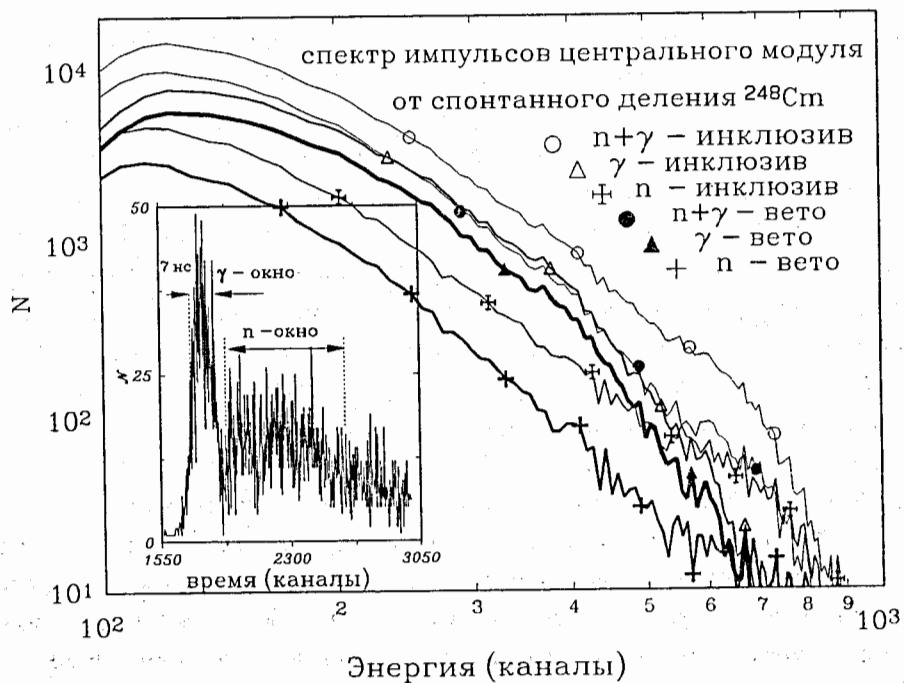


Рис.12

режимах инклюзивного набора и с включением активной защиты с $E_{\text{порог}} = 100$ кэВ. Разделение γ -квантов и нейтронов производилось по времени пролета. На вставке рис.12 показаны временные окна, использованные в сортировке. Измерения проводились на пролетной базе 45 см, ширина временного окна для γ -квантов составляла 7 нс.

Авторы выражают признательность Ю. Э. Пеннионжквичу за поддержку и всестороннее содействие, оказанное в процессе создания спектрометра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Neuton J.O., Herskind B., Diamond R.M. et.al., Phys. Rev. Lett., 1981, Vol. 46, P. 1383 - 1386.
2. Каманин В.В. и др. ЭЧАЯ, т.20, Вып.4, стр 741-829.
3. V.V.Kamanin, A.Kugler, Yu.G.Sobolev, A.S.Fomichev Z.Phys, A- Atomic Nuclei 337, 111-113, (1990).
4. Hermann N. et. al., Phys. Rev. Lett., 60, (1988), p. 1630 - 1633.
5. Kasagi J. et. al., Proc. V Conf. Clustering Aspects in Nucl. and Subnucl. Systems, Kyoto, 1989: J. Phys. Soc. Jap., (1989), V. 58, P. 620.
6. Алешин В.И. и др., ЯФ, Т. 26, вып. 5, (1977), стр. 916.
7. Zhang, H. -Q. et. al., Gaoneng Wuli Yu Hewuli, 6, 491, 1982.
8. Покотилковский Ю.Н., ЯФ, Т. 52, вып. 4, (1990), стр. 942.
9. Nobles R., Henkel R.L., Smith R.K., Phys. Rev., 1955, V. 99, p. 616.
10. Sayres A., Wu C.S., Rev. Sci. Instr., 1957, V.28, p.758.
11. Villaire A.E., Wonters L.F. -Phys. Rev., 1955, v.98, p.280.
12. Крошкин Н.И., Кормушкина Г.А., Старостов Б.И., Шипилов В.И. -ПТЭ, 1973, N5, с.72.
13. Каманин В.В., Куглер А., Кузнецов А.Н., Соболев Ю.Г., ОИЯИ P13, 15 -86-413, стр 16 - 23.
14. Kamanin V.V., Sobolev Yu.G., JINR E7-91-75, p. 181.
15. Белов М.В. и др., ФИАН №101 (1988).
16. Schwalb O., et. al., Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res., (1990), V. A295, p. 191-198.

17. Булгаков Н.К. и др., ОИЯИ, Р 13-84-676.
18. Lieder R.M., project OSIRIS, 1982, KFA, Julich.
19. Hofstadter R., McIntyre J., Phys.Rev., 1950, V.78., p.619.
20. Technical Proposal For A Two Arm Photon Spectrometer (TAPS), GSI-Report 19 (1987).
21. Brun R., et. al., GEANT3, CERN /DD/ee/ 84-1 (1986).
22. Matulevich T., et. al., GSI-Nachrichten 10-89, p. 5-11.
23. Кузнецов А.Н., ОИЯИ Р13,15 -86-413, стр. 41 - 46.
24. Кузнецов А.Н., Субботин В.Г. ОИЯИ Р13 -83-67.

Рукопись поступила в издательский отдел
28 июля 1992 года.

Соболев Ю.Г. и др. P13-92-331

Многомодульный сцинтилляционный спектрометр на основе CsJ(Tl)-кристаллов для регистрации γ -квантов с энергией в диапазоне 1 - 100 МэВ

Описан многомодульный сцинтилляционный спектрометр, состоящий из 7 сцинтилляционных кристаллов CsJ(Tl) шестигранного сечения с диаметром описывающей окружности 100 мм, длиной 150 мм и фотоприемников ФЭУ-110. Приведены результаты калибровки спектрометра в диапазоне 100 кэВ - 100 МэВ и расчеты функции отклика спектрометра на моноэнергетическое γ -излучение, проведенные методом Монте - Карло при помощи кода GEANT-3. Даны предварительные результаты измерений спектров γ -квантов и нейтронов при спонтанном делении ^{248}Cm .

Работа выполнена в Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1992

Перевод авторов

Sobolev Yu.G. et al. P13-92-331

Multi-Module Spectrometer of Gamma-Quanta E_γ (1 - 100 MeV) Built up of CsJ(Tl)-Crystals

The spectrometer, built up of 7 CsJ(Tl)-scintillation crystals of hexagonal shape (the diameter of the circumscribed circle being 100 mm) 150 mm long and a photo multiplier FEU-110, is described. The results of the energy calibration in the region 100 keV-2 100 MeV and the modelling of the response functions of the spectrometer to monoenergy gamma-radiation by the Monte - Carlo method using computer code GEANT-3 are presented. The preliminary results of the measuring of the gamma-spectra in the spontaneous fission of ^{248}Cm are presented.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1992