

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



28/II 77

13 - 10204

A-50

757/2-77

Б.А.Аликов, Я.Ваврыщук, З.В.Крумштейн,
К.М.Муминов, Т.М.Муминов, Р.Р.Усманов,
Ф.Ш.Хамраев, Г.Хемниц, Н.Н.Хованский

УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ
ВРЕМЕН ЖИЗНИ ЯДЕРНЫХ УРОВНЕЙ
НА ЛИНИИ С ЭВМ

1976

13 - 10204

Б.А.Аликов,* Я.Ваврышук, З.В.Крумштейн,
К.М.Муминов,* Т.М.Муминов,* Р.Р.Усманов,*
Ф.Ш.Хамраев,* Г.Хемниц, Н.Н.Хованский

УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ
ВРЕМЕН ЖИЗНИ ЯДЕРНЫХ УРОВНЕЙ
НА ЛИНИИ С ЭВМ

Направлено в ПТЭ

*Самаркандский государственный университет.

Аликов Б.А. и др.

13 - 10204

Установка для измерений времен жизни ядерных уровней
на линии с ЭВМ

Описываются экспериментальная установка для многомерного измерения задержанных совпадений на линии с ЭВМ и методика компенсации амплитудной зависимости временного распределения совпадающих импульсов во всем энергетическом диапазоне регистрируемого излучения. Установка предназначена для измерений времен жизни возбужденных состояний ядер в диапазоне $10^{-11} \div 10^{-6}$ с.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований
Дубна 1976

Измерения времен жизни возбужденных состояний ядер методом задержанных совпадений требуют высокого временного и энергетического разрешения, стабильности аппаратуры, анализа временных распределений совпадающих излучений в широком энергетическом диапазоне, обеспечения достаточно больших скоростей счета и т.п. В реальных условиях одномерных измерений трудно обеспечить одновременное выполнение всех этих условий.

Например, в случае использования сцинтилляционных детекторов для обеспечения достаточно высокой скорости счета совпадений необходимо выделять в спектрах регистрируемых излучений широкие энергетические диапазоны /"окна"/, что приводит к ухудшению временного разрешения из-за амплитудной зависимости времени срабатывания входных формирователей и к увеличению вклада посторонних каскадных совпадений в исследуемое временное распределение. Существенно больше возможностей для преодоления этих трудностей дают многомерные измерения на линии с ЭВМ.

В настоящей работе приводится описание экспериментальной установки многомерного измерения задержанных совпадений на линии с ЭВМ и методики компенсации амплитудной зависимости временного распределения совпадающих импульсов во всем энергетическом диапазоне регистрируемых излучений. Установка предназначена для измерений времен жизни возбужденных состояний ядер в диапазоне $10^{-11} \div 10^{-6}$ с.

Экспериментальная установка

Экспериментальная установка состоит из детекторов излучений, электронной аппаратуры регистрации импульсов и связи с ЭВМ.

Блок-схема электронной аппаратуры приведена на рис. 1. Сигналы с детекторов D_1 и D_2 линейно разветвлялись с помощью пассивных разветвителей P_1 и P_2 и подавались на формирователи Φ_1 и Φ_2 , работающие в однопороговом режиме. Сигналы с Φ_1 и Φ_2 поступали на схему совпадений CC , сигнал с которой открывал схемы пропускания $СП_1$ и $СП_2$, управляемые удлинители $У_1$ и $У_2$, а также подавался на аппаратуру регистрации и связи с ЭВМ, выполненную в стандарте КАМАК. В цепь сигналов запуска со схемы CC была включена схема блокировки $Б$, которая запрещала прохождение сигналов на время регистрации события. Сигналы со схем пропускания $СП_1$ и $СП_2$ поступали на время-амплитудный преобразователь $ВАП$. Аналоговые сигналы с $ВАП$, $У_1$ и $У_2$ следовали на аналого-временные преобразователи $АВП$, длительность выходных сигналов с которых пропорциональна их входным амплитудам. Далее сигналы с $АВП$ преобразовывались в цифровые коды в крейте КАМАК. Сигнал

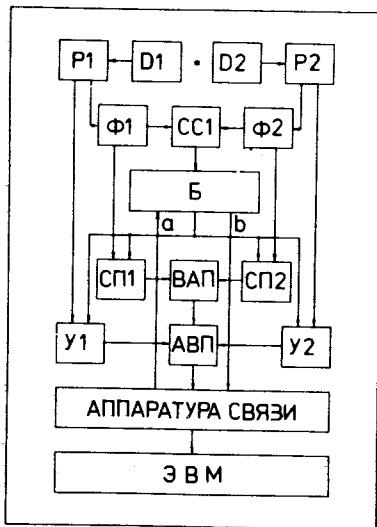


Рис. 1. Блок-схема экспериментальной системы.

с выхода схемы блокировки запускал общий генератор серии импульсов, которые в присутствии управляющих уровней с выходов АВП подавались на соответствующие входы двоичных счетчиков $КС\ 004$. По окончании работы преобразователей происходило считывание набранной информации через крейт-контроллер $КК\ 001$ в ЭВМ $HP-2116C$, после чего вырабатывался сигнал "окончание регистрации", который открывал схему блокировки, и таким образом разрешалась регистрация следующего события. Каждое событие, которое передавалось в ЭВМ, содержало в себе информацию об амплитудах A_1 , A_2 и разнице времен прихода сигналов с детекторов D_1 и D_2 , а также астрономическое время появления события.

Математическое обеспечение многомерного анализа

Программы математического обеспечения многомерного анализа написаны на языке ФОРТРАН и реализованы на ЭВМ $HP-2116C$. Математическое обеспечение позволяет провести предварительную обработку поступающей информации в режиме непрерывной связи ЭВМ с экспериментальной установкой и окончательную обработку экспериментальных данных.

Предварительная обработка информации включает в себя прием, расшифровку и накопление на магнитной ленте данных, поступающих с экспериментальной установки, определение амплитудных спектров совпадающих излучений A_1 и A_2 и распределения временных интервалов между ними (T).

Окончательная обработка экспериментальных данных предусматривает амплитудно-временной анализ, нахождение поправок на зависимость сдвига временных распределений от амплитуды и его компенсацию. Эти поправки для каждого детектора определяются по смещениям центров тяжести временных распределений, соответствующих мгновенным совпадениям импульсов амплитудного "окна" в высокоэнергетической части од-

ного спектра с импульсами в последовательных амплитудных интервалах другого. Можно показать, что эта зависимость с достаточной точностью аппроксимируется гиперболой. При использовании такой аппроксимации определяются сдвиги $\Delta T(A1)$ и $\Delta T(A2)$, соответствующие каждому каналу в спектрах $A1$ и $A2$.

Компенсация амплитудной зависимости сдвига временных распределений в исследуемом временном распределении производится введением для каждого временного интервала T_{ik} ($A1_i, A2_k$) между совпадающими импульсами $A1_i$ и $A2_k$ поправок $\Delta T(A1_i)$ и $\Delta T(A2_k)$:

$$T_{ik}^* = T_{ik} + \Delta T(A1_i) + \Delta T(A2_k).$$

Экспериментальные результаты

Исследования проводились в режимах $\gamma\gamma$ - и $e\gamma$ -совпадений на источнике "мгновенных совпадений" ^{60}Co . В первом случае использовались два сцинтилляционных детектора с кристаллами $\text{NaJ}(\text{Tl})$ ϕ 40 x 40 мм, а во втором - магнитно-линзовый β -спектрометр^{/6/} и сцинтилляционный детектор с пластическим сцинтиллятором типа NE104 ϕ 25 x 10 мм /во всех детекторах применялись фотоумножители XP-1020 /.

На рис. 2 приведены амплитудные спектры $A1$ и $A2$ $\gamma\gamma$ -совпадений, сдвиги центров тяжести $\Delta T(A1)$, $\Delta T(A2)$ и полуширины $2\tau_0(\Delta A1, \Delta A2_i)$ временных распределений в зависимости от амплитуды $A2$ при фиксированном значении "окна" в спектре $A1$ до и после компенсации амплитудной зависимости. На рис. 3 показаны аналогичные зависимости для случая $e\gamma$ -совпадений.

На рис. 4 в качестве примера приведены временные распределения $\gamma\gamma$ -совпадений.

А. Временные распределения совпадений при фиксированном значении "окна" $\Delta A1$ с полным спектром $A2$ /а/ и с последовательно выбранными "окнами" в спектре $A2$ /в ÷ д/.

Б. Временные распределения до и после проведения компенсации зависимости временного сдвига от амплитуды для совпадений во всем диапазоне амплитуд $A1$ и $A2$.

В, Г. Д. То же самое для различных "окон" в спектрах $A1$ и $A2$.

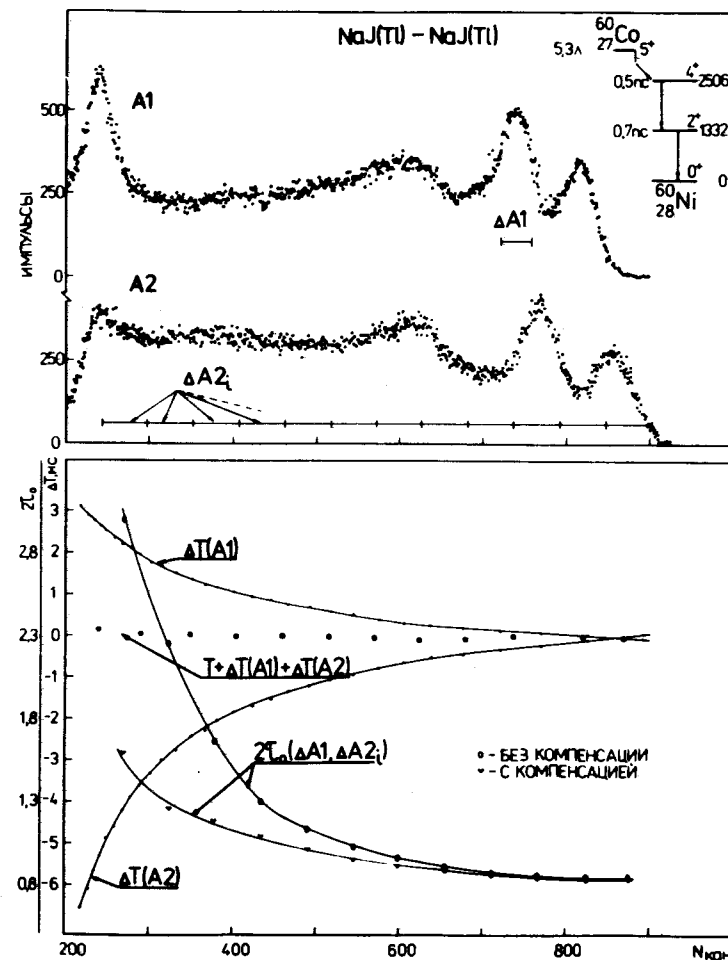


Рис. 2. Амплитудные спектры $A1$ и $A2$ $\gamma\gamma$ -совпадений. Сдвиги центров тяжести ΔT , временное разрешение $2\tau_0$ до и после компенсации амплитудной зависимости.

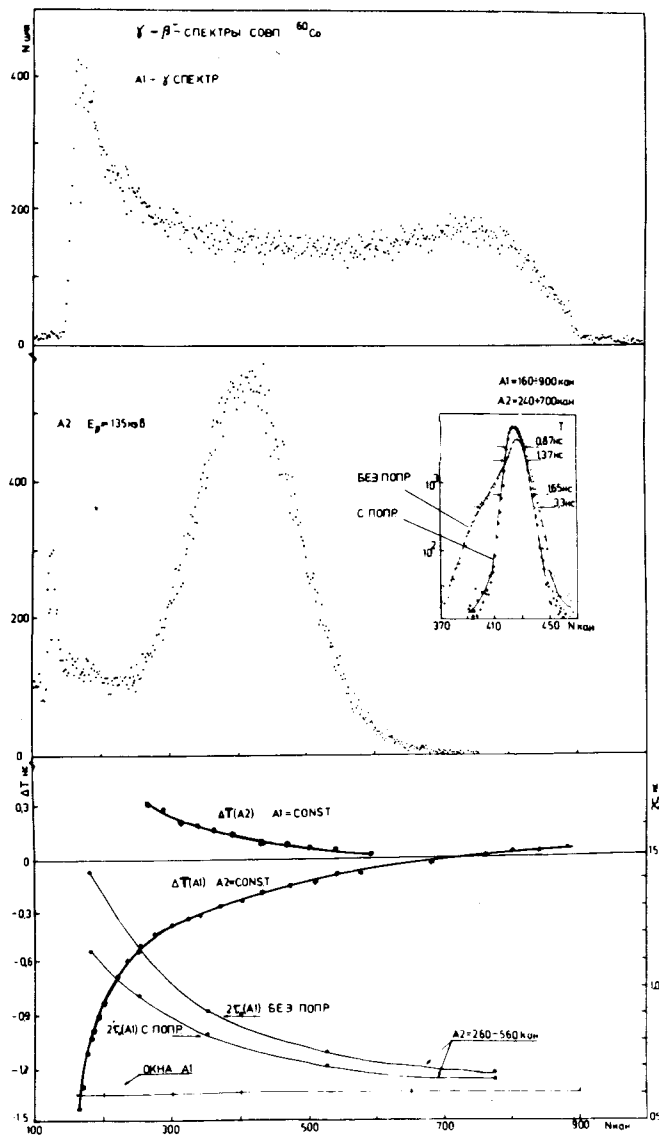


Рис. 3. Амплитудные спектры $A1$ и $A2$ $e\gamma$ -совпадений. Сдвиги центров тяжести ΔT , временное разрешение $2\tau_0$ и временное распределение совпадающих излучений /на вставке/ до и после компенсации амплитудной зависимости.

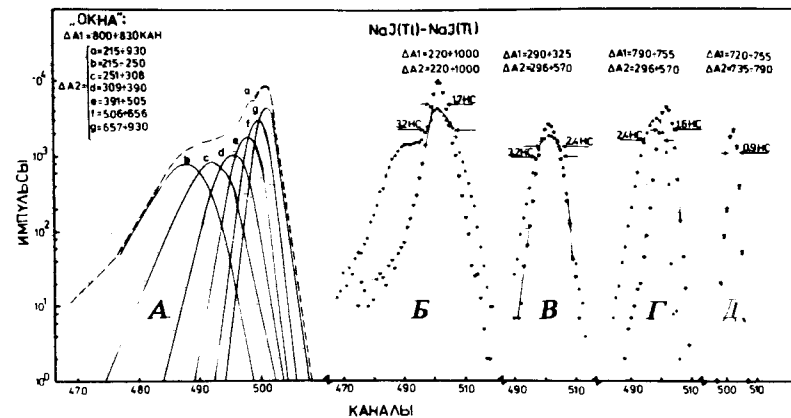


Рис. 4. Временные распределения $\gamma\gamma$ -совпадений между импульсами: А/ фиксированного "окна" $\Delta A1$ и а/ всего спектра $A2$; б-з/ последовательно выбранных "окон" в этом же спектре; Б, В, Г, Д/ различных "окон" в спектрах $A1$ и $A2$ до и после компенсации зависимости временного сдвига от амплитуды.

Как видно из приведенных рисунков, компенсация временных сдвигов позволяет существенно улучшить временное разрешение и форму временных распределений и уменьшить разброс центров тяжести временных распределений $T + \Delta T(A1) + \Delta T(A2)$ /рис. 2/ в зависимости от амплитуд совпадающих импульсов /который во всем диапазоне энергий совпадающих излучений не превышает $0,1 \text{ нс/}$.

В случае $\gamma\gamma$ - и $e\gamma$ -совпадений во всем диапазоне амплитуд при компенсации временных сдвигов величина $2\tau_0$ уменьшается с $3,2$ до $1,7 \text{ нс/}$ рис. 4, Б/ и с $1,37$ до $0,87 \text{ нс/}$ рис. 3/соответственно. Следует отметить, что компенсация временных сдвигов особенно существенна для совпадений "окон", выбранных в низкоэнергетической части спектров /рис. 4, В, Г, Д/.

Выводы

1. Созданная установка позволяет проанализировать в одном эксперименте временные распределения совпадений различных каскадных излучений.

2. Вводя поправки на временные сдвиги, полученные на источнике "мгновенных совпадений", в исследуемое временное распределение, можно значительно повысить точность и достоверность определения времен жизни возбужденных состояний ядер.

В заключение авторы выражают искреннюю благодарность К.Я.Громову и В.И.Петрухину за поддержку и постоянный интерес к работе, Б.Ю.Балдину, Б.А.Хоменко, Р.Ион-Михай и Н.З.Марупову за помощь на отдельных этапах работы.

Литература

1. Б.Ю.Балдин, З.В.Крумштейн, А.И.Ронжин. *ОИЯИ*, 13-9850, Дубна, 1976.
2. Ю.Г.Будяшов, В.Г.Зинов, Б.С.Краснобородов. *ПТЭ*, №1, 114 /1972/.
3. Б.Ю.Балдин. *ОИЯИ*, 13-6954, Дубна, 1973.
4. Б.Ю.Балдин, З.В.Крумштейн, Г.Хемниц, Н.Н.Хованский, М.Шавловски. *ПТЭ*, №1, 69 /1975/.
5. Н.И.Журавлев, Нгуен Мань Шат, В.Т.Сидоров, А.Н.Синаев, А.А.Стахин, И.Н.Чурин. *ОИЯИ*, 10-7332, Дубна, 1973.
6. Б.А.Аликов, Г.Р.Лизурей, Т.М.Муминов, С.И.Орманджиев, У.С.Салимбаев, Р.Р.Усманов, И.Холбаев. *ОИЯИ*, P13-9516, Дубна, 1976.

*Рукопись поступила в издательский отдел
1 ноября 1976 года.*