

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



СЗУЧ. 1ш

И-755

4546/2-77

21/4-77

6 - 10829

Р.Ион-Михай, К.М.Муминов, Т.М.Муминов,
Ф.Ш.Хамраев

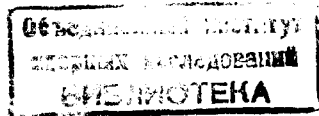
О ТОЧНОСТИ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ
ВРЕМЕННЫХ СПЕКТРОВ

1977

6 - 10829

Р.Ион-Михай, К.М.Муминов,* Т.М.Муминов,*
Ф.Ш.Хамраев*

О ТОЧНОСТИ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ
ВРЕМЕННЫХ СПЕКТРОВ



*Самаркандский государственный университет
им. А.Навои.

Ион-Михай Р., Муминов К.М., Муминов Т.М.,
Хамраев Ф.Ш.

6 - 10829

О точности методов обработки временных спектров

Приводятся результаты анализа зависимостей статистической $\frac{\Delta T}{T} \sqrt{N}$ и "расчетной" $|T - T_p|/T$ точностей от отношения $2\tau_0/T$ для основных методов обработки экспериментальных данных по измерению времен жизни ядерных уровней. Программы обработки написаны на языке ФОРТРАН для ЭВМ БЭСМ-6.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

© 1977 Объединенный институт ядерных исследований Дубна

Метод задержанных совпадений является одним из основных способов измерений времен жизни возбужденных состояний ядер в диапазоне $10^{-11} + 10^{-4}$ с. В настоящее время анализ временных распределений задержанных совпадений производится различными методами, которые можно разделить на две основные группы. Методы первой группы основаны на рассмотрении экспериментального временного распределения в экспоненциальном представлении, а методы второй – на сравнении моментов временных распределений задержанных и мгновенных совпадений.

Несмотря на то, что методам обработки временных спектров посвящен целый ряд работ^{/1-7/}, вопросы, связанные с точностью и границами применимости того или иного метода обработки, оптимальной статистикой в исследуемом распределении, выбором цены канала временного анализатора и т.п., рассмотрены недостаточно полно.

В настоящей работе эти вопросы изучались для программ LIFTIM, GEXFIT и MOMENT^{/8/}, используемых в ОЯС и РХ ЛЯП ОИЯИ для анализа экспериментальных данных по измерению времен жизни ядерных уровней методом задержанных совпадений. В качестве экспериментальных временных распределений использовались искусственно генерированные спектры задержанных совпадений. Программы генерации спектров и обработки данных написаны на языке ФОРТРАН для ЭВМ БЭСМ-6.

1. Генерация спектров.

Генерация спектров производилась по формуле^{/8/} свертки экспоненциального и нормального распределений:

$$N_i = \frac{N_0}{\sqrt{2\pi\sigma}} \int_0^{\infty} e^{-\lambda x - \frac{(x+x_0-i)^2}{2\sigma^2}} dx + B(i), \quad (1)$$

где N_i - число импульсов в i -том канале, $N_0 = \lambda N$ - число импульсов в нулевом канале, $N = \sum N_i$, $\lambda = \ln 2 / T$, $\sigma = 2\tau_0 / 2\sqrt{2 \ln 2}$, T - период полураспада, $2\tau_0$ - временное разрешение аппаратуры, x_0 - центр тяжести аппаратурной кривой ($\lambda, \sigma, T, x_0, 2\tau_0$ - задаются в единицах канала), B - фон, в качестве которого можно использовать как постоянную, так и переменную функции. Разыгрывание статистического разброса величины N_i в каждом канале i производилось на основе генератора случайных чисел. В качестве среднеквадратичного отклонения использовалась величина $\Delta N_i = \sqrt{N_i}$. Максимальный канал i_{\max} генерированного спектра определялся из условия $i_{\max} = x_0 + nT$, где n - число периодов полураспада, подлежащих обработке (обычно $n = 5+6$).

2. Программы обработки данных.

Обработка искусственно генерированных спектров производилась с помощью следующих программ: программы **MOMENT**, в которой период полураспада определяется по методу моментов первого порядка; программы **LIFTIM**, определяющей величину T по одному из склонов кривой задержанных совпадений; программы **GEXFIT**, в которой при нахождении величины T используются как склон кривой задержанных совпадений, так и аппаратурная кривая.

Программа **MOMENT** находит центры тяжести кривой задержанных совпадений x_g и аппаратурной (мгновенной) кривой x_0 по формуле

$$x_{g,0} = \frac{\sum_{i=1}^{i_{\max}} N_i \cdot i}{\sum_{i=1}^{i_{\max}} N_i}. \quad (2)$$

Величина периода полураспада в этом случае определяется как^{/1/}

$$T = \ln 2 \cdot (x_g - x_0), \quad (3)$$

а относительная ошибка -

$$\frac{\Delta T}{T} = \sqrt{\frac{2}{N} \cdot \left(\frac{\sigma \ln 2}{T} \right)^2 + 1}. \quad (4)$$

Программа **LIFTIM** предназначена для обработки временных спектров методом прямой подгонки к экспериментальным точкам N_i теоретических величин N_i^* , рассчитанных по формуле

$$N_i^* = N_0 e^{-\lambda \cdot i} + B. \quad (5)$$

Подгонка производится по программе **FUMILI**^{/9/}, в которой минимизируется функция χ^2 , зависящая от параметров λ, N, B :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{i_{\max}} \left(\frac{N_i - N_i^*(\lambda, N, B)}{\sqrt{N_i}} \right)^2. \quad (6)$$

При использовании программы **LIFTIM** необходимо задать начальные значения параметров λ, N и B , полученных с помощью предварительной обработки, напри-

мер при графическом анализе. В программе FUMILI эти данные используются как начальные значения подгоняемых параметров. Окончательным результатом работы программы FUMILI является определение таких значений параметров λ , N и B , при которых функция χ^2 имеет минимальное значение.

Программа GEXFIT работает аналогично программе LIFTIM, но в этом случае теоретические величины N^* рассчитываются по формуле (1). В программе GEXFIT параметрами подгонки являются величины λ , N , B , σ и x_0 . Более подробно эти программы описаны в работе [8].

3. Результаты анализа

На рис. 1 А, Б приведены зависимости "расчетной" точности, т.е. относительных ошибок расчета величины $|T - T_p|/T$ (T_p - рассчитанное по программе значение величины T) и статистической погрешности $\frac{\Delta T}{T} \sqrt{N}$ от отношения $2\tau_0/T$ в интервале от 0,01 до 100. Величина N варьировалась в пределах $600 \div 100000$ импульсов.

Из анализа этих рисунков можно заключить, что программы LIFTIM и GEXFIT могут быть применимы в случае $2\tau_0/T \leq 10$. При этом, начиная со значения $2\tau_0/T \sim 1$, статистическая ошибка в определении периода полураспада резко возрастает.

Программа GEXFIT дает несколько лучшую статистическую погрешность по сравнению с программой LIFTIM, однако её использование ограничено необходимостью обеспечения близких условий измерений кривых задержанных и мгновенных совпадений.

Программа MOMENT может быть использована во всем исследованном диапазоне величин $2\tau_0/T$, но её применение оправдано в области $2\tau_0/T > 5$, т.к. только в этой области она дает меньшую статистическую и "расчетную" точности по сравнению с программами GEXFIT и LIFTIM.

Зависимость "расчетной" точности от величины $\Delta t/T$ (Δt - цена канала) исследовалась на примере программы LIFTIM. Для этого генерированный спектр деформиро-

вался ("сжимался") по оси абсцисс в 2,3,..., 50 раз, т.е. производилось суммирование числа импульсов по 2,3,..., 50 каналам, и каждый из этих спектров обрабатывался программой LIFTIM. При этом величина N

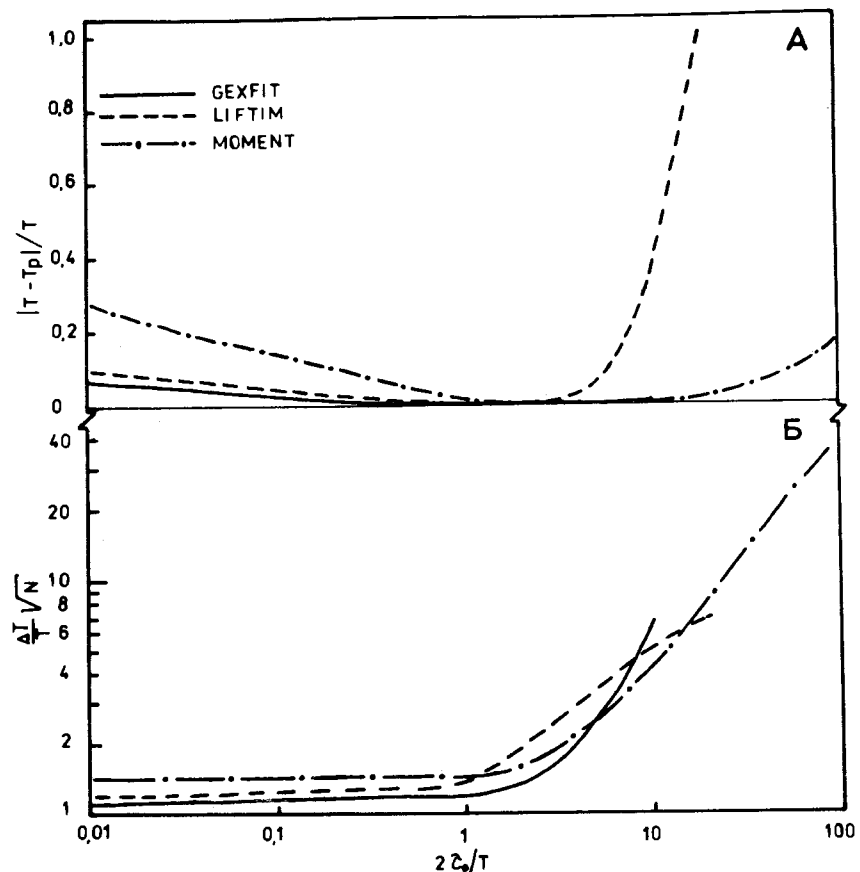


Рис. 1. Зависимость "расчетной" (А) и статистической (Б) точностей от величины $2\tau_0/T$, рассчитанных по программам GEXFIT (сплошная кривая), LIFTIM (пунктирная кривая) и MOMENT (штрих-пунктирная кривая).

варьировалась от 600 до 6000 импульсов. Анализ результатов обработки показал, что даже при минимальной статистике $N = 600$ "расчетная" точность в диапазоне $\sim 0,1 + 5,0$ не зависит от величины $\Delta t/T$ и с увеличением статистики этот диапазон расширяется.

4. Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований определены статистическая $\Delta T/T\sqrt{N}$ и "расчетная" $|T-T_p|/T$ точности в определении времени жизни по кривым задержанных и мгновенных совпадений с помощью программ LIFTIM, GEXFIT и MOMENT; определены границы применения этих программ в зависимости от отношения $2\tau_0/T$; показано, что отношение $\Delta t/T$ не критично для точности определения времени жизни в достаточно широком диапазоне.

Литература

1. Bay Z. Phys.Rev., 1950, 77, p.419.
2. Newton T.D. Phys.Rev., 1950, 77, p.490.
3. Malmskog S.G. Nucl.Phys., 1965, 62, p.37.
4. Bostrom L. e a . Nucl.Instr.Meth., 1966, 44, p.61.
5. Dumont A.M., Camhy-Val C. Nucl.Instr.Meth., 1973, 106, p.413.
6. Gardner D.G. e a . Chem.Phys., 1959, 31, p.978.
7. Lindskog J, Sundstrom T. Arkiv Fys., 1963, Bd24, S199, p. 206.
8. Аликов Б.А., Будзынски М., Ион-Михай Р., Морозов В.А., ЭЧАЯ, 1976, т.7, вып.2, с.419.
9. Соколов С.Н., Силин И.Н. ОИЯИ, Д-810, 1961.

Рукопись поступила в издательский отдел
7 июля 1977 года.