

**сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна**

**P13-87-144**

**Ф.Бечварж, С.А.Тележников, В.Г.Тишин**

**МЕТОДИКА НЕПРЕРЫВНОЙ РЕГИСТРАЦИИ  
ЖИВОГО ВРЕМЕНИ  
ЛИНЕЙНОГО СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО ТРАКТА**

**1987**

Для изучения радиационного захвата нейтронов в нейтронных резонансах на реакторе ИБР-30 ЛНФ ОИЯИ используется установка двухмерного анализа информации, поступающей от Ge(Li)-детектора. Энергия захваченного нейтрона определяется по методу времени пролета. Время пролета анализируется время-цифровым преобразователем /ВЦП/, в котором вырабатывается код времени пролета /ВК/. Кроме того, ВЦП задает временную область, внутри которой происходит анализ времени появления детекторного импульса. Энергия  $\gamma$ -кванта, сопровождающего захват нейтрона, анализируется детектором. Далее амплитуда импульса от детектора преобразуется в АЦП в соответствующий код амплитуды /АК/. Таким образом, каждый импульс получает АК и ВК. Далее два кода поступают на ЭВМ СМ-3, где происходит предварительный отбор информации. Коды, прошедшие предварительный отбор, записываются на магнитную ленту. После окончания эксперимента на пучке нейтронов проводится сортировка информации. При сортировке с магнитных лент отбирается большее количество спектров двух типов: спектры АК, связанные с определенными, заранее выбранными значениями ВК /далее такие спектры будем называть "амплитудными спектрами"/, и спектры ВК, соответствующие определенным значениям АК /"временные спектры"/.

В конструкцию АЦП <sup>1</sup> заложена схема стабилизации усиления линейного спектрометрического тракта с помощью импульсов прецизионного генератора стабильной амплитуды /ПГ/. Импульс с выхода ПГ подается на второй вход предусилителя, и одновременно на АЦП подается управляющий сигнал. Информация об амплитудах импульсов ПГ, прошедших через спектрометрический тракт, накапливается в АЦП и управляет коэффициентом усиления усилительного каскада АЦП, компенсируя изменения усиления в спектрометрическом тракте. На рис. 1 изображена схема установки. В установке используются АЦП и ВЦП, имеющие по 12 разрядов. Методика накопления и сортировки информации описана в работах <sup>2</sup>.

Время обработки одного импульса в АЦП и в ЭВМ составляет ~135 мкс. При используемых загрузках потери информации из-за мертвого времени оказываются существенными. В большинстве случаев, когда измеряются относительные интенсивности  $\gamma$ -переходов в нейтронных резонансах, мертвое время не искажает полученную информацию, т.к. все события, относящиеся к одному резонансу, имеют одинаковое мертвое время. Однако при определении абсолютных интенсивностей  $\gamma$ -переходов в нейтронных резонансах <sup>3</sup> оказалось необходимым вводить поправки на "живое" время /ЖВ/ спектрометрического тракта. Для этого и была разработана настоящая методика.

Методика непрерывной регистрации живого времени линейного спектрометрического тракта /НРЖВ/ состоит в записи на магнит-



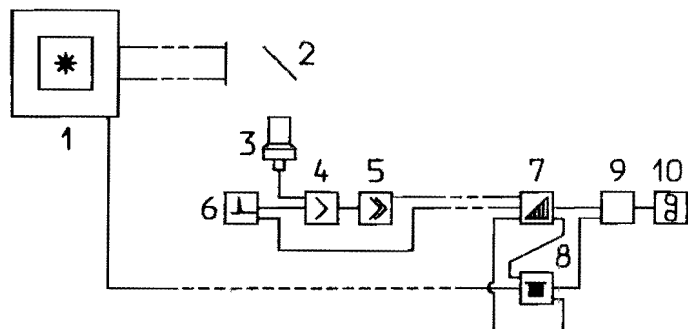


Рис. 1. Схема установки для измерений реакций ( $n_{res}, \gamma$ ). 1 - реактор, 2 - мишень, 3 - Ge(Li)-детектор, 4 - пред-усилитель, 5 - усилитель, 6 - прецизионный генератор стабильной амплитуды, 7 - АЦП, 8 - ВЦП, 9 - ЭВМ, 10 - магнитофон.

ную ленту со специальным признаком кодов импульсов от ПГ. Если частота ПГ отличается от частоты нейтронных импульсов от ИБР-30 и не кратна ей, спектр импульсов ПГ является равномерным по оси времени и дискретным по оси амплитуд. Для осуществления методики НРЖВ в схему АЦП внесены изменения, которые позволили на выходе АЦП получать АК с дополнительным признаком тех импульсов ПГ, которые попали в анализируемую временную область. Импульсы ПГ, не попадающие в анализируемую временную область, используются для стабилизации усиления тракта, но на выход АЦП не попадают. В качестве дополнительного кода выбран 13-й разряд АЦП. Чтобы не менять методику накопления и сортировки информации, введено ограничение - использовать не больше 11 разрядов ВЦП, и изменена программа обработки прерываний от АЦП на ЭВМ. В этой программе после чтения АК проводится анализ на существование 13-го разряда АК. Если 13-й разряд присутствует, программа его зануляет и выставляет 12-й разряд в ВК. Таким образом, импульсы ПГ получают ВК с дополнительным 12-м разрядом.

Существует 3 типа спектральных искажений, связанных с большими нагрузками:

- 1/ просчеты - когда импульс детектора попадает в мертвое время системы и не регистрируется вообще;
- 2/ изменение амплитуды импульса при наложении двух и более импульсов;
- 3/ изменение коэффициента усиления линейного спектрометрического тракта из-за загрузок.

Искажения второго типа не меняют общего числа событий, но могут существенно уменьшать площади узких пиков в амплитудных

спектрах. Обозначим площадь пика в амплитудном спектре в условиях, когда нет искажений второго типа, как  $S_0$ . При наличии наложенных импульсов часть событий, относящихся к этому пику, не попадает в него, и площадь пика будет  $S < S_0$ . Обозначим величину  $S/S_0$  как эффективность анализа /ЭА/. В результате искажений третьего типа импульсы от  $\gamma$ -квантов одной энергии в амплитудных спектрах из разных резонансов имеют несколько отличающиеся амплитуды в зависимости от загрузки в соответствующем резонансе. Так как в АЦП заложена схема стабилизации усиления интегрирующего типа, она не может компенсировать быстрые изменения коэффициента усиления.

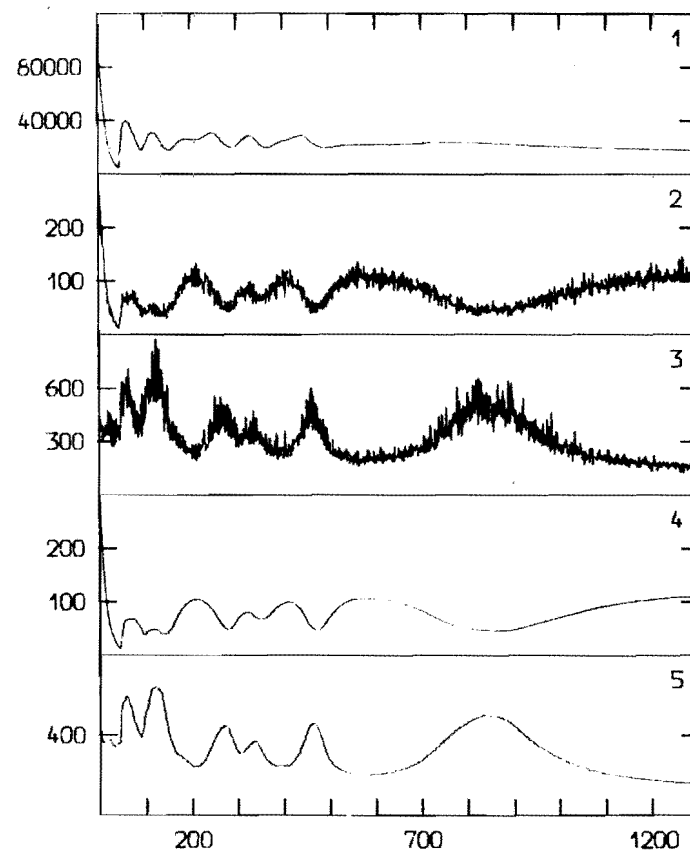


Рис. 2. Временные спектры из реакции  $Re(n, \gamma)$ : 1 - реальный временной спектр, 2 - временной спектр ЖВ, 3 - временной спектр из реакции, исправленный на ЖВ, 4 - временной спектр ЖВ, заданный в плавном виде, 5 - временной спектр из реакции, исправленный на спектр ЖВ, заданный в плавном виде.

Разработанная методика НРЖВ позволяет при сортировке информации выявить и исправить искажения всех трех типов. Временной спектр импульсов ПГ, имеющих любой АК, нормированный на число событий в начале спектра, является спектром ЖВ. Если отобразить временной спектр импульсов ПГ из узкой области АК, центром которой является максимум пика импульсов ПГ в амплитудном спектре, это будет спектр ЖВхЭА. Отношение этого спектра к спектру ЖВ будет спектром ЭА. Амплитудные спектры импульсов ПГ в каждом резонансе позволяют по положению максимума пика импульсов ПГ определить соответствующий коэффициент усиления.

В целях экономии магнитных лент при записи информации во время измерений на пучке нейтронов обычно выбирается не очень большая частота импульсов ПГ. Поэтому спектры ЖВ и ЖВхЭА имеют небольшую статистику. Для уменьшения влияния статистического разброса на этих спектрах на поправки, связанные с соответствующими искажениями, эти спектры преобразуются в плавные спектры без статистического разброса. Для этого на ЭВМ PDP-11/70 создана программа SMOOTH, с помощью которой реальный спектр со статистическим разбросом можно превратить в спектр из кусочно-непрерывных парабол. При работе программы подбираются точки шивки парабол. В этих точках выполняется условие непрерывности функций и их первых производных.

На рис. 2 приведен пример исправления реального временного спектра с помощью спектра ЖВ, заданного в плавном виде. Для примера выбраны спектры, полученные при измерении абсолютных интенсивностей  $\gamma$ -переходов из реакции  $Re(n, \gamma)$ . Условия измерения следующие: мощность реактора 20 кВт, частота нейтронных импульсов 10 Гц, мишень состоит из двух слоев: первый слой из металлического рения массой 365 г, второй слой из  $V_4C$  массой около 90 г. Мишень находится на расстоянии 50 м от реактора.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ишмухаметов М.З. и др. ОИЯИ, Д13-6210, Дубна, 1972, с.149.
2. Бечварж Ф. и др. ОИЯИ, Б1-13-11351, Б1-13-11352, Дубна, 1977;  
Becvar F. - Nucl. Instr. and Meth., 1979, 63, p.591;  
Земан П. ОИЯИ, 11-80-335, Дубна, 1980.
3. Бечварж Ф. и др. - ЯФ, 1986, 44, с.3.

Рукопись поступила в издательский отдел  
9 марта 1987 года.

Бечварж Ф., Тележников С.А., Тишин В.Г.  
Методика непрерывной регистрации живого времени  
линейного спектрометрического тракта

P13-87-144

Для измерений  $\gamma$ -спектров в нейтронных резонансах разработана методика непрерывной регистрации "живого" времени линейного спектрометрического тракта в режиме импульсных загрузок. Энергия нейтронов в этих измерениях определяется методом времени пролета. Живое время тракта регистрируется с помощью импульсов периодического генератора стабильной амплитуды, которые получают в АЦП дополнительный признак. Информация об амплитуде импульса детектора и о времени пролета нейтрона каждого события записывается на магнитную ленту. При сортировке информации по дополнительному признаку отбирается спектр по времени пролета импульсов генератора. Анализ этого спектра позволяет ввести поправки на живое время спектрометрического тракта.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1987

Перевод О.С.Виноградовой

Becvar F., Telezhnikov S.A., Tishin V.G.  
A Method for Constant Registration of Linear  
Spectrometric Circuit Live Time

P13-87-144

A method for continuous registration of the live time of linear spectrometric circuit in regime of pulse counting rate is developed for measuring gamma-spectra in neutron resonances. The neutron energy in these measurements is determined by the time-of-flight method. The live time of the circuit is registered by means of pulses of periodic generator with stable amplitude which receive an additional status bit in ADC. The information about amplitude of detector pulse and about time of flight of each event is recorded on the magnetic tape. The time of flight spectrum of generator pulses is obtained when scanning information by additional status bit. The analysis of this spectrum permits to introduce corrections on the live time of spectrometric circuit.

The investigation has been performed at the Laboratory of Neutron Physics, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1987