



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

2989/2-81

15/6-81

10-81-159

Н.Г.Волков, В.М.Цупко-Ситников, А.К.Чураков

КОМПЛЕКС ПРОГРАММ
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ
МНОГОМЕРНЫХ СПЕКТРОВ
ГАММА-ГАММА -СОВПАДЕНИЙ "PROSPEC"

Направлено на 31 Совещание по ядерной
спектроскопии и структуре атомного ядра,
Самарканд, апрель 1981 года.

1981

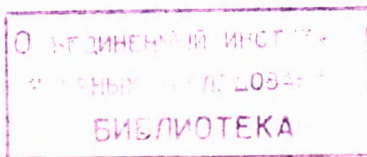
1. ВВЕДЕНИЕ

Многомерные корреляционные измерения типа $e-\gamma$, $\gamma-\gamma$ -совпадений и $\gamma-\gamma-t$, $\gamma-\gamma-\theta$ временных и угловых корреляций являются одним из важнейших экспериментальных методов изучения структуры ядра. Получаемая в многомерных измерениях информация требует, как правило, достаточно сложной математической обработки для получения интересующих экспериментатора данных, в то же время большие объемы регистрируемой информации затрудняют использование традиционных методов обработки, применяемых в спектрометрии. Решение лежит в использовании сочетания современных математических методов, позволяющих автоматизировать обработку, и возможностей мощных ЭВМ.

Для обработки больших потоков многомерной информации /в основном трехмерных амплитудно-временных спектров гамма-гамма-совпадений/ был разработан комплекс программ автоматизированной обработки многомерной спектрометрической информации "PROSPEC"^{1,2}, внедренный на ЭВМ ЕС-1040 измерительного центра Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ. В данной работе будут описаны структура комплекса и возможности, предоставляемые различными программами для пользователей.

II. ОБЩИЕ ДАННЫЕ И СТРУКТУРА "PROSPEC"

Комплекс "PROSPEC" предназначен для обработки трехмерных амплитудно-временных спектров гамма-гамма-совпадений, записанных на магнитную ленту /МЛ/ в виде последовательности кодов событий. Комплекс работает в дисковой операционной системе (DOS/EC) ЭВМ ЕС-1040 с объемом оперативного запоминающего устройства 1024 Кбайт. Все входящие в комплекс подпрограммы написаны на языке фортран, и в виде объектных модулей находятся в библиотеке "PROSPEC". Структурно комплекс состоит из шести основных независимых программных модулей и двадцати вспомогательных подпрограмм. Каждое задание формируется из управляющей программы на фортране, написанной пользователем, а также присоединенного к ней набора необходимых подпрограмм из библиотеки "PROSPEC" и исходных данных на перфокартах /п/к/.



III. ОСНОВНЫЕ ПОДПРОГРАММЫ

К основным подпрограммам относятся:

XYFIND - подпрограмма автоматического поиска окон в интегральных спектрах совпадений^{/2/}. Исходными данными для поиска являются приблизительное значение дисперсии одиночного пика и параметры двух реперов для линейной калибровки по обоим энергетическим трактам. Подпрограмма выводит на АЦПУ таблицы результатов поиска /границы и центры пиков/ и графики интегральных спектров по одной из энергетических и временной осей /совместно/ и по второй энергетической оси. Все результаты записываются на рабочую МЛ и могут корректироваться экспериментатором на экране графического дисплея "GD-71" или по графикам, выведенным на АЦПУ.

XYCONT - подпрограмма автоматической выборки двумерных участков, в которых возможны пики совпадений^{/2/}. Исходными данными для работы подпрограммы являются результаты работы XYFIND /вводимые с МЛ/ и результаты проверки размеченных экспериментатором окон /по графикам или на экране графического дисплея "GD-71"/, вводимые с п/к.

Подпрограмма проверяет возможность существования пиков совпадений во всех областях, соответствующих пересечению окон^{/2/}, и выводит на АЦПУ таблицу результатов поиска /не более 1000 двумерных областей/, а на МЛ - спектры отклика для всех окон /по обоим трактам/, которые в дальнейшем могут быть выведены в виде графиков на графопостроитель "DIGIGRAF" или на экран "GD-71".

XYCON2 - подпрограмма, аналогичная XYCONT. Применяется в том случае, если экспериментатору известен список границ окон, которые нужно проверить. Этот список и является единственной исходной информацией.

DDSORT - подпрограмма сортировки участков двумерного спектра методом "двойной индексации"^{/1/} с возможным отбором по окнам на оси времени t . Подпрограмма формирует массив двумерных участков спектра, соответствующих пересечениям окон, для которых найдена возможность совпадений /в XYCONTили XYCON2/. Одновременно осуществляется сортировка временных распределений, соответствующих заданному временному окну, для каждого двумерного участка. Исходными данными для подпрограммы являются результаты работы XYCONTили XYCON2, считываемые с МЛ, и границы области временных распределений /с п/к/. В конце работы подпрограмма выводит на АЦПУ временные распределения для всех двумерных участков и записывает на МЛ массив отсортированных двумерных участков /максимальный размер 200000 каналов/.

DDFITT - подпрограмма определения параметров пиков гамма-гамма-совпадений методом максимального правдоподобия^{/2/}. Исходной информацией для подпрограммы являются результаты работы DDSORT

и набор параметров реперов для энергетической калибровки. Подпрограмма осуществляет аппроксимацию интегральных спектров двумерного участка аналитической функцией /сумма гауссианов + линейный фон/, разделение мультиплетов и аппроксимацию всего участка аналитической двумерной поверхностью, описывающей как пики гамма-гамма-совпадений, так и распределение совпадений "пик-комpton" и "комpton-комpton"^{/1,2/}.

Аппроксимация двумерной поверхностью производится методом максимального правдоподобия, с учетом пуассоновского распределения числа отсчетов в канале двумерного спектра. Полученные значения положений, объемов и энергий пиков совпадений выводятся в виде таблицы на АЦПУ и МЛ. При наличии данных для калибровки "энергия - эффективность" выводится таблица с интенсивностями совпадений. **EXPRO** - подпрограмма экспрессной обработки участков двумерного спектра, соответствующих пересечению окон, заданных экспериментатором. Исходными данными для обработки являются границы окон по обоим трактам, пересечения которых представляют интерес, дисперсия одиночного пика и параметры реперов для калибровки /на п/к/. Подпрограмма осуществляет сортировку двумерных участков и обработку их с помощью DDFITT. Максимальное суммарное число каналов в двумерных участках равно 200000.

IV. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ПОДПРОГРАММЫ

Эти подпрограммы не являются независимыми программными модулями и вызываются при работе основных подпрограмм, однако многие из них могут использоваться самостоятельно для решения разнообразных задач. Ниже перечисляются названия и функции вспомогательных подпрограмм:

MDFIND - подпрограмма автоматического поиска пиков в одномерных спектрах с малой статистикой.

FBFIND - подпрограмма анализа участков одномерного спектра /в заданных границах/.

FITT1 - подпрограмма аппроксимации участков одномерного спектра аналитической кривой /сумма гауссианов + линейный фон/, методом переменной метрики /метод Девидона/.

MULTY - подпрограмма разделения мультиплетов в одномерных спектрах методом регуляризации решения интегрального уравнения Фредгольма 1 рода, описывающего искажения "истинного" спектра аппаратурой^{/3/}.

FON - подпрограмма определения параметров фона на участке одномерного спектра.

RESORT - подпрограмма сортировки спектров отклика для заданного набора окон по обоим трактам /общим объемом не более 200000 каналов/.

XYTSOR - подпрограмма сортировки интегральных спектров по трем трактам.

SORTIM - подпрограмма сортировки временных распределений для заданного набора пересечений окон по обоим трактам. Для каждого временного распределения вычисляются центр тяжести и ошибка этой величины.

TABLE - подпрограмма калибровки по эффективности результатов обработки спектров гамма-гамма-совпадений, на основе заданной аналитической зависимости "энергия - эффективность" для обоих трактов.

CAL5P - подпрограмма калибровки результатов по энергии, на основе аппроксимации заданного набора реперов, методом сплайн-МНК.

READIN - библиотечная подпрограмма чтения магнитных лент с записью спектров совпадений /автор В.Фромм/.

DISPIN - подпрограмма формирования дисперсионных матриц /для МНК/.

TRANSP - подпрограмма транспонирования матриц.

MULTIM - подпрограмма перемножения матриц.

CONSTR - подпрограмма построения конструкционных матриц /для МНК/.

SIMINV - библиотечная подпрограмма обращения симметричных матриц.

GRAFIC - подпрограмма построения графиков наложенных кривых на АЦПУ.

DDGRAF - подпрограмма построения изображений двумерных поверхностей с помощью графопостроителя "DIGIGRAF".

MDGRAF - подпрограмма построения графиков на графопостроителя "DIGIGRAF".

GRAF3M - подпрограмма построения графиков интегральных спектров /с разметкой границ найденных пиков/ на АЦПУ.

V. ВАРИАНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ "PROSPEC"

Основные задачи, которые могут быть решены с помощью модулей "PROSPEC", следующие:

1. Полная обработка амплитудно-временного спектра гамма-гамма-совпадений. Используются модули XYFIND-XYCONT-DDSORT - DDFITT. Обработка ведется в четыре этапа, общая продолжительность /вместе с контролем/ - около 4 ч процессорного времени ЭВМ с быстродействием 300000 операций в секунду /ЕС-1040/.
2. Полная обработка для известного набора пересечений окон. Если суммарное число каналов во всех двумерных участках, соответствующих пересечению окон, меньше 200000, используется модуль EXPRO, обработка ведется в один этап и занимает около 1,5 ч. В противном случае используются модули XYCON2-DDSORT-

DDFITT, обработка в три этапа продолжительностью 2,5-3 ч.

3. Сортировка и анализ временных распределений для заданного набора двумерных окон осуществляется подпрограммой SORTIM, время сортировки одной бобины МЛ с записью $1,2 \cdot 10^6$ событий составляет 12 мин.

4. Анализ участков двумерных спектров. Используется модуль DDFITT, время анализа одного участка размером 30x30 каналов - 2-4 с.

5. Построение изображений двумерных поверхностей и графиков на графопостроителе осуществляется с помощью подпрограмм DDGRAF и MDGRAF, время построения одного рисунка - 5-10 мин.

6. Обработка одномерных спектров проводится подпрограммой MDFIND, время обработки спектра размером 4096 каналов - около 2 мин.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный комплекс испытывался при обработке многочисленных модельных и экспериментальных спектров. Полученные результаты показали эффективность и надежность разработанных методов и программ. В то же время существуют и значительные резервы повышения скорости обработки за счет использования дисков вместо МЛ, сокращения числа этапов анализа и проведения контроля результатов в режиме "off-line" на малой ЭВМ, связанной с графическим дисплеем.

Разработанные методы могут использоваться не только для обработки многомерной спектрометрической информации на больших ЭВМ. Вариант описанного комплекса, работающий со сжатием двумерной информации в процессе накопления, используется в настоящее время на малой ЭВМ ЕС-1010 МИФИ^{3/}.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков Н.Г., Цупко-Ситников В.М., Чураков А.К. ОИЯИ, 10-124000, Дубна, 1979.
2. Булла Ф. и др. ОИЯИ, Р10-80-104, Дубна, 1980.
3. Бялко А.А. и др. ОИЯИ, Р10-80-107, Дубна, 1980.

Рукопись поступила в издательский отдел
5 марта 1981 года.