

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
Дубна

P10-85-528

В.М.Горожанкин, Л.Л.Капустина*, В.Б.Бруданин,
Ц.Вылов, Н.А.Головков, В.В.Пилюгин*, Б.А.Шукин*

ДИАЛОГОВАЯ ГРАФИЧЕСКАЯ СИСТЕМА
ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СХЕМ
РАСПАДА РАДИОНУКЛИДОВ

* Московский инженерно-физический институт

1985

Введение

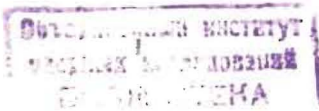
При проведении ядерно-спектроскопических исследований значительные затраты времени и усилий экспериментаторов связаны с построением схем распада радионуклидов, обычно на основе как вновь полученных, так и имевшихся ранее данных. Отметим, что в значительной мере эти затраты обусловлены необходимостью установления неформализуемых или слабо формализуемых (при этом зачастую неоднозначных) связей между имеющимися экспериментальными данными в ходе построения схемы распада. По этой причине полная автоматизация процесса построения схем распада радионуклидов, за исключением самых простых случаев, в настоящее время представляется нереальной.

Тем не менее процедура построения схем распада радионуклидов может быть существенно ускорена, если использовать логически упорядоченную систему программ, работающую в интерактивном режиме. Каждая из программ осуществляет отдельный формализуемый этап построения, оставляя при этом управление всем процессом в руках экспериментатора. Принципы организации такой системы и ее возможности были изложены в ^{1/1}. Настоящая работа имеет своей целью ознакомление с созданной диалоговой системой для ее практического использования широким кругом экспериментаторов.

1. Структура и основные характеристики системы

Напомним кратко логические принципы организации и структуру системы ^{1/1}.

В основу разработанной диалоговой графической системы положен принцип ведущей роли физика-экспериментатора в управлении процессом построения, а также принятии окончательного решения по варианту схемы распада, построенному на любом из этапов; идеология построения предполагает последовательное, поэтапное дополнение схемы распада новыми фрагментами. При этом реализована возможность разветвленного развития процесса построения и параллельной разработки нескольких вариантов схемы распада, а для представления результатов используются средства машинной графики.



Система состоит из совокупности наборов процедур, выполняющих различные функции:

- процедуры поиска кандидатов в уровни и размещения переходов;
- процедура проверки "баланса интенсивностей";
- процедуры корректировки фрагмента схемы распада;
- вспомогательные процедуры.

Управление работой системы осуществляется физиком-экспериментатором с помощью диспетчера, который позволяет ему обратиться к любой из процедур. Окончание каждой из процедур автоматически возвращает управление диспетчеру, который в помощь пользователю высвечивает перечень процедур, порядковые номера которых являются кодами обращения к ним. Диалог с диспетчером осуществляется на русском языке. При этом каждый вопрос сопровождается подсказкой формата, в котором должен быть дан ответ пользователя.

Система реализована на языке Фортран мини-ЭВМ СМ-4 в рамках операционной системы RSX-11M. В качестве базовой графической системы использовалась одна из версий комплекса машинной геометрии и графики САГРАФ^{2/}, используемые графические терминалы - цветной телевизионный монитор и аналоговый плоттер. Основные характеристики системы:

- объем загрузочного модуля - 300 блоков=150 кбайт;
- объем оперативной памяти, занимаемой задачей - 64 кбайт;
- оверлейная структура включает 44 программы, из них 11 программ базового графического обеспечения;
- общий объем памяти, занимаемой рабочими файлами на дисках - 100 кбайт;
- среднее время реакции при работе в монопольном режиме 15-30 с.

2. Подготовка исходных данных

Перед началом работы с системой все экспериментальные данные должны быть подготовлены в виде последовательных форматных файлов на диске:

1) Файл опорных уровней.

Имя: 65. (например, ДКЗ: [25,2] 65.; 2).

Содержимое: энергии опорных уровней в кэВ.

Формат: F8.3 .

Максимальное число записей в файле: 100.

Примечание: опорные уровни должны быть упорядочены в порядке возрастания их энергий.

2) Файл переходов.

Имя: 66. (например, ДКЗ: [25,2] 66.; 1).

Содержимое: энергии переходов, погрешности в энергиях переходов, полные интенсивности переходов.

Формат: F8.3, F5.3, F8.4.

Максимальное число записей в файле: 500.

Примечание: переходы должны быть упорядочены в порядке возрастания их энергий.

3) Файл переходов, с которыми измерялись совпадения.

Имя: 67. (например, ДКЗ: [25,2] 67.; 3).

Содержимое: номера переходов (из общего списка переходов, упорядоченных по возрастанию энергии), с которыми измерялись спектры совпадений.

Формат: I3 .

Максимальное число записей в файле: 64 .

Примечание: переходы должны быть упорядочены в той последовательности, в какой желательно с ними работать.

4) Файлы совпадений.

Имена: 01., 02., ..., 64. (например, ДКЗ: [25,2] 37.; 2).

Содержимое каждого файла: номера переходов (из общего списка переходов) для данного спектра совпадений, коэффициенты относительного ослабления интенсивностей переходов в совпадениях (схемные коэффициенты), и их погрешности.

Формат: I3, F5.3, F5.3.

Максимальное число записей в каждом файле: 64.

Максимальное число файлов: 64.

Примечание: должно соблюдаться соответствие между номерами файлов совпадений и последовательностью переходов, с которыми измерялись совпадения (по файлу 67.).

В помощь пользователю при подготовке исходных данных разработана программа "HELP", которая высвечивает формат любого из перечисленных файлов. Достаточно обратиться к этой программе: " RUN ДКЗ: [5,7] HELP".

При работе системы создаются бесформатные прямые файлы на дисках. Максимальный объем памяти, занимаемой этими файлами, 100 кбайт=200 блоков. Поэтому перед началом работы с системой необходимо убедиться в наличии свободного пространства на диске или дискетке (использование дискетки увеличивает время реакции системы).

Загрузочный модуль системы занимает 303 блока. При наличии свободного непрерывного пространства указанного размера на своем диске целесообразно иметь в своей директории копию загрузочного модуля системы.

3. Вызов системы и работа диалогового диспетчера

Вызов системы осуществляется запуском загрузочного модуля: "RUN DECAU", после чего пользователю задается вопрос, впервые ли он начинает работать с данной схемой распада или уже с ней работал. Если с данной схемой распада работы еще не проводились, то задаются вопросы об имени устройства и коде идентификации для рабочих файлов и файлов данных. Например, если пользователь работает на диске ДК2 в директории [25,2], а исходные данные записаны на дискетке в директории [30,4], то ответы на эти вопросы могут быть следующими:

- на вопрос о рабочих файлах

ДК2: [25,2]

- на вопрос о файлах данных

ДХ1: [30,4].

Далее задается вопрос об энергии распада материнского ядра, после чего экспериментатору предоставляется возможность просмотреть введенные исходные данные о переходах и о совпадениях. Кроме того, с экрана алфавитно-цифрового дисплея вводится максимальное значение коэффициента погрешности K_{max} для размещения переходов. Если число опорных уровней не меньше двух, то система размещает переходы из общего списка экспериментальных значений энергий переходов между опорными уровнями. Результаты этого размещения отображаются на экранах графического и алфавитно-цифрового дисплеев (см. п. 7). Для работы с этим фрагментом диспетчер системы предоставляет экспериментатору ряд возможностей, выраженный в виде "меню":

I - экран-"меню";

2 - перевод сомнительного перехода в разряд реальных;

3 - удаление перехода из фрагмента;

4 - окончание корректировки, уточнение энергий уровней;

5 - изображение следующей части фрагмента на экране графического дисплея;

6 - повторное воспроизведение части фрагмента.

Первая процедура "меню" - информационного характера, вторая и третья осуществляют корректировку фрагмента схемы распада, четвертая соответствует завершению работы с опорными уровнями, последние две носят вспомогательный характер. Наличие их связано с тем, что ввиду ограниченности разрешающей способности и размеров экрана графического дисплея (ГД) весь фрагмент схемы распада может не уместиться на экране ГД, в этом случае производится разбиение фрагмента на ряд последовательно отображаемых частей.

По окончании работы с опорными уровнями управление передается диспетчеру, при этом набор предоставляемых пользователю возможностей расширяется и, соответственно, изменяется "меню":

I - экран-"меню";

2 - перевод сомнительного перехода в разряд реальных;

3 - удаление перехода из фрагмента;

4 - удаление уровня, введенного на данном этапе;

5 - визуализация произвольного фрагмента схемы распада;

6 - достройка схемы распада до "полной";

7 - введение уровня;

8 - возврат на один из предыдущих этапов;

9 - окончание корректировки данного фрагмента схемы распада;

10 - временное прекращение работы;

11 - поиск новых уровней на основе данных о совпадениях;

12 - изображение следующей части фрагмента на экране графического дисплея;

13 - повторное воспроизведение части фрагмента;

14 - поиск новых уровней путем комбинирования заданного перехода с известными уровнями;

15 - просмотр информации об оставшихся неразмещенными переходах;

16 - проверка "баланса интенсивностей".

Рассмотрим эти процедуры более подробно.

4. Процедуры поиска кандидатов в уровни

Операции поиска кандидатов в уровни соответствуют три процедуры (п.п. 7, 11, 14 "меню"), алгоритмы которых описаны в ^{1/}. Процедура поиска кандидатов на основе данных о совпадениях (№ 11) использует значения схемных коэффициентов (из файлов совпадений). Переход, сведения о совпадениях с которым используются, должен быть размещен в схеме распада. В тех случаях, когда этот переход еще не размещен, пользователю предоставляется возможность разместить его в любом месте имеющейся схемы, указав номер уровня, на который этот переход необходимо направить. Далее проводится разметка таблицы совпадений: помеченный переход, экспериментальное значение схемного коэффициента которого совпадает с расчетным в пределах погрешности, обозначается "1" в последней графе таблицы, непомеченный - "0". Пользователь может провести корректировку таблицы совпадений, заменив "0" на "1" в любой строке или наоборот; для этого достаточно указать номер перехода, для которого необходима корректировка. Все переходы, имеющие метку "1", участвуют в образовании новых уровней, при этом энергия каждого кандидата в уровни определяется как сумма энергии соответствующего перехода и энергии уровня, для которого проводился расчет схемного коэффициента. Далее производится размещение переходов между вновь введенными уровнями.

Другая процедура поиска кандидатов в уровни (п. 14 "меню") основывается на комбинировании указанного перехода последовательно со всеми известными уровнями. В диалоге определяется номер того перехода, который будет входить в комбинации с уровнями, затем уровни упорядочиваются в порядке возрастания их энергий, и к энергии каждого из них прибавляется энергия указанного пользователем перехода. После размещения переходов каждый такой фрагмент схемы распада подвергается анализу, в результате которого пользователь имеет возможность:

- удалить данный фрагмент;
- включить данный фрагмент в схему распада;
- завершить процедуру комбинирования (с удалением данного фрагмента).

Можно ввести уровень, задав его значение энергии в кэВ (п. 7 "меню"); полученный фрагмент также может быть либо удален, либо включен в схему распада.

5. Процедуры проверки "баланса интенсивностей" и корректировки схемы распада

Процедура проверки "баланса интенсивностей" (п. 16 "меню") для каждого уровня рассчитывает интенсивность разрядки уровня как сумму полных интенсивностей переходов, разряжающих данный уровень, и интенсивность заселения как сумму полных интенсивностей переходов, заселяющих данный уровень, а также разность этих величин. Результаты отображаются в виде таблицы на экране алфавитно-цифрового дисплея.

Операция корректировки схемы распада представлена тремя процедурами (п.п. 2,3,4 "меню"). Каждая из них задает вопрос о номере того перехода или уровня, который должен подвергнуться корректировке. Если номер указан неверно, например, введенный номер в процедуре удаления перехода из фрагмента соответствует неразмещенному переходу, то выдается сообщение об ошибке, соответствующая процедура не выполняется и управление передается диспетчеру.

Следует отметить, что с помощью процедуры № 4 система не разрешает удалять уровни, введенные на более ранних этапах построения, т.к. часть последующих логических рассуждений при построении могла быть основана на существовании этих уровней, поэтому удалять их следует, лишь вернувшись назад с помощью процедуры № 8 на тот этап, на котором они были введены.

6. Вспомогательные процедуры

В распоряжение пользователя предоставляются разнообразные вспомогательные процедуры (п.п. 1,5,6,8,9,10,12,13,15 "меню"). Часть из них носит информационный характер (процедуры №№ 1,5,15). Процедура № 5 осуществляет визуализацию произвольной части схемы распада на графическом дисплее, задаваемой нижней и верхней границами диапазона энергий уровней. Процедуры №№ 12,13 описаны в п. 3.

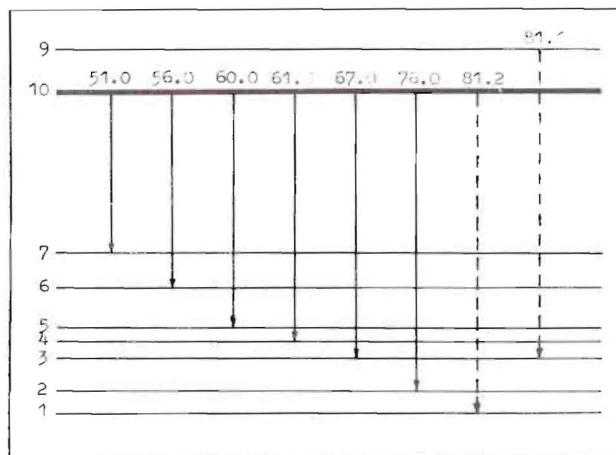
Процедура № 6 производит достройку схемы распада до "полной". Под "полной" схемой распада понимается такая схема, в которой между двумя любыми уровнями размещен переход, поэтому данная процедура отскакивает пустые "щели" между уровнями и заполняет их переходами, которые наилучшим образом вписываются в эти "щели" по энергии. Пользователю предоставляется право принять размещение любого из этих переходов правильным и включить его в схему распада. Непринятие пользователем переходы автоматически оказываются не включенными в схему распада.

Как отмечалось, необходимо реализовать возможность возврата на любой предыдущий этап построения, что и делает процедура № 8. Номер этапа, на который должен произойти возврат, указывается экспериментатором; предварительно, в качестве вспомогательной информации, на экране алфавитно-цифрового дисплея появляется таблица, содержащая номера и энергии уровней, а также номера этапов, на которых они были введены. С помощью этой процедуры восстанавливается текущее состояние схемы распада, соответствующее указанному этапу, после чего можно начать разработку другого варианта схемы распада.

По окончании корректировки фрагмента схемы распада (п. 9 "меню") проводится пересчет энергий уровней, на этом очередном этапе работы заканчивается и начинается следующий этап построения. При желании пользователь может временно прекратить работу (п. 10 "меню"), в этом случае содержимое оперативной памяти сохраняется и, снова приступая к работе с данной схемой распада, экспериментатор имеет то текущее состояние схемы распада, которое было перед окончанием работы.

7. Графическое отображение фрагментов схемы распада

Фрагменты схемы распада могут быть отображены на графическом дисплее и на графопостроителе. Для выделения на экране ГД различных объектов используется цветовой признак. Уровни, введенные на текущем этапе построения, изображаются красным цветом, в отличие от остальных уровней, изображаемых голубым цветом. Переходы изображаются либо



Фрагмент схемы распада ^{159}Ho (экран ГД). Уровень 10, введенный на данном этапе, на экране ГД выделен красным цветом; сомнительно размещенные переходы (пунктирные линии) – зеленым цветом.

Таблица

Экран АЦД. Информация, сопровождающая графическое изображение фрагмента схемы распада ^{159}Ho , приведенного на рисунке

| Уровни | | Переходы, размещенные в схеме распада | | Переходы, размещенные в схеме распада сомнительно | | |
|--------|----------|---------------------------------------|---------|---|----------|-------|
| № | Е | № | Е | № | Е | К |
| 1 | 0,000 | 51 | 620,590 | 81 | 1016,356 | 3,371 |
| 2 | 56,626 | 56 | 706,748 | | | |
| 3 | 136,432 | 60 | 807,236 | | | |
| 4 | 177,619 | 61 | 838,625 | | | |
| 5 | 208,994 | 67 | 879,550 | | | |
| 6 | 309,592 | 76 | 959,660 | | | |
| 7 | 395,263 | | | | | |
| 10 | 1016,251 | | | | | |
| 9 | 1153,683 | | | | | |

В первой колонке приведены порядковые номера и энергии уровней, во второй – номера и энергии "реально" ($K_{ni}^K \leq 1$) размещенных переходов, в третьей – номера, энергии и значения коэффициентов погрешности K_{ni}^K переходов, размещенных сомнительно.

голубым цветом (реально размещенные переходы), либо зеленым (сомнительно размещенные переходы).

В качестве идентификаторов уровней и переходов используются их номера. Уровни нумеруются в порядке их появления (опорные уровни пронумерованы в порядке возрастания их энергий). У каждого перехода также есть свой уникальный номер, который соответствует его порядковому номеру в общем списке переходов. Однако в случае двойного размещения перехода взаимно-однозначное соответствие нарушается. Поэтому после номера перехода через точку указывается цифра, характеризующая номер размещения данного перехода. Если, например, переход с номером 25 размещен дважды, то на экране ГД каждое его размещение будет идентифицироваться 25.1 и 25.2 соответственно. Если же второе размещение перехода сомнительно, то оно будет обозначено 25.3, а первое – 25.0. В случае единственного размещения перехода (сомнительного или реального) – обозначение 25.0. Одновременно на экране алфавитно-цифрового дисплея отображаются численные характеристики изображенных уровней и переходов.

Для примера мы приводим фрагмент схемы возбужденных состояний ^{159}Dy , полученный на одном из этапов построения схемы распада ^{159}Ho при апробации системы (рисунок – ГД, таблица – АЦД). В качестве исходных данных были взяты значения энергий и интенсивностей IOB переходов, энергии 7 опорных уровней и 5 таблиц интенсивностей $e\lambda$ -совпадений. В результате работы системы выявлены все уровни, введенные ранее в работе [3]. В размещении переходов при этом достигнуто полное согласие.

Заключение

Принцип модульности, положенный в основу при разработке диалоговой графической системы, дает возможность расширять систему при разработке новых алгоритмов и программ.

В заключение авторы благодарят А.А.Пасько за разработку рабочей версии комплекса САГРАФ и полезные советы при составлении программы.

Литература

1. Горожанкин В.М. и др. ОИЯИ, Р10-85-217, Дубна, 1985.
2. Аджиев В.Д. и др. ОИЯИ, Р10-85-116, Дубна, 1985.
3. Вылов Ц. и др. ОИЯИ, 6-81-424, Дубна, 1981.

Рукопись поступила в издательский отдел
9 июля 1985 года.