

сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

Р  
Ф

4489/2-81

31/8-81

1-81-225

М.И. Джгаркава, Ю.М. Казаринов,  
И.Н. Силин, И.Страхота

ПАКЕТ ПРОГРАММ ДЛЯ ФАЗОВОГО АНАЛИЗА  
НУКЛОН-НУКЛОННОГО РАССЕЯНИЯ

1981

## ВВЕДЕНИЕ

Первый вариант программы фазового анализа нуклон-нуклонного рассеяния, разработанный в ОИЯИ, был использован в работе <sup>/1/</sup>. С тех пор программа постепенно адаптировалась для новых ЭВМ и развивалась с целью включения новых экспериментальных данных. На протяжении всего времени эксплуатации она являлась мощным инструментом для феноменологической интерпретации всей совокупности экспериментальных данных и для планирования экспериментов по программе полного опыта в ОИЯИ и других центрах. В связи с проведением фазового анализа <sup>/2/</sup> последняя редакция программы была выполнена в 1979-1980 гг. Целью этой редакции было упрощение работы пользователя с программой, охват задач, связанных с фазовым анализом и создание условий для перспективного развития программы и банка данных. Кроме того, была введена очередная серия подпрограмм для вычисления новых наблюдаемых величин и предусмотрена возможность перенормировки экспериментальных данных.

Настоящее сообщение отражает состояние полученного в результате редакции пакета программ на языке ФОРТРАН к 1 июня 1980 г.

### 1. НАЗНАЧЕНИЕ ПАКЕТА ПРОГРАММ

#### 1.1. Определение фазовых сдвигов

Первой и основной задачей является нахождение набора фазовых сдвигов, наилучшим образом описывающего определенную совокупность экспериментальных данных по нуклон-нуклонному рассеянию /фазовый анализ/. Программа фазового анализа позволяет находить /или фиксировать/ фазовые сдвиги, нормы для отдельных экспериментов и константу связи пиона с нуклоном. Перечень наблюдаемых величин, которые могут быть описаны, дан в приложении.

#### 1.2. Отбор данных

В процессе фазового анализа, как правило, необходимо провести отбор экспериментальных данных. Поэтому в пакете программ предусмотрена возможность получения информации о качестве опи-

сания как экспериментов в целом /распечатка в подпрограмме DSTAT/, так и отдельных экспериментальных точек /распечатка ERRORF, графики GER /.

### 1.3. Сравнение решений

Для сравнения решений используются:

- критерии согласия  $\chi^2$ ,  $r$ ,  $r^{1/6}$ ;
- наглядная распечатка совокупности найденных решений /программа SOLSUM /.

Для выяснения возможной связи между двумя решениями можно изучать поведение функционала  $\chi^2$  в окрестностях отдельных решений и при переходе от одного к другому по прямой или поверхности в пространстве параметров /программа X2BAR /.

### 1.4. Планирование новых экспериментов

Для лучшего экспериментального определения параметра /фазового сдвига/, вообще говоря, целесообразно измерять наиболее чувствительную к нему наблюдаемую величину. Поэтому в пакет включена программа LISTDER табулирования производных наблюдаемых величин по выбранным параметрам.

При наличии нескольких решений естественно выбрать для измерения область наиболее значимого различия их предсказаний. При этом необходимо проанализировать поведение функционала  $\chi^2$  для разных решений в зависимости от возможного результата эксперимента. Для проведения такого анализа предусмотрена программа SIMEX исследования профиля  $\chi^2$  для данного решения в зависимости от гипотетического значения наблюдаемой величины.

## 2. СТРУКТУРА ПРОГРАММ

Основу пакета программ составляют подпрограмма нахождения минимума функционала  $\chi^2$  методом линеаризации (FUMILI<sup>1/3</sup>) и подчиняющаяся ей подпрограмма вычисления значения подгоняемой функции и ее первых производных по искомым параметрам ARITHM.

### 2.1. Подпрограмма ARITHM

Подпрограмма ARITHM /рис.1/ всегда вызывает подпрограмму AMIK, вычисляющую значения ( $M_{ik}$ ) пяти независимых эле-

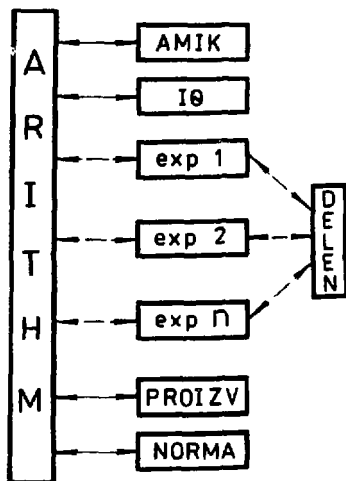


Рис.1. Структура подпрограммы ARITHM.

ментов спиновой матрицы рассеяния в синглет-триплетном представлении и значения их производных  $(\frac{\partial M_{ik}}{\partial a_l})$  по всем искомым параметрам\*. Далее в подпрограмме ARITHM в зависимости от признака наблюдаемой величины управление передается соответствующей подпрограмме, которая вычисляет значения подгоняемой функции и ее производных по  $M_{ik}$ . Заметим, что для многих наблюдаемых  $X$  наиболее удобно в терминах  $M_{ik}$  выражаются произведения  $I_0 \cdot X$ , где  $I_0$  - дифференциальное сечение упругого рассеяния. В этом слу-

чае соответствующая подпрограмма вычисляет значение  $I_0 \cdot X$  и производные  $\partial(I_0 \cdot X)/\partial M_{ik}$ , а переход к значениям  $X$ ,  $\partial X/\partial M_{ik}$  осуществляется подпрограммой DELEN.

Подпрограмма PROIZV вычисляет из производных  $\frac{\partial X}{\partial M_{ik}}$ ,  $\frac{\partial M_{ik}}{\partial a_l}$  сложные производные  $\frac{\partial X}{\partial a_l}$ . Наконец, подпрограмма NORMA вычисляет производные по нормам и модифицирует значение функции и остальных производных.

В рамках такой структуры подпрограммы ARITHM достаточно удобно расширять набор описываемых наблюдаемых величин. Нужные изменения сводятся к трем пунктам:

1/ расширение списка признаков, наблюдаемых в основной программе, то есть изменение размерностей массивов в общих блоках {LPNP} и {APNP}, значений в {N7} и добавление новых имен в DATA LPNP;

2/ добавление в текст ARITHM вызова новой подпрограммы под новой меткой и добавление этой метки в список вычисляемого GO TO ;

3/ включение подпрограммы, вычисляющей из известных  $M_{ik}$  значение функции  $X$  и производных  $\frac{\partial X}{\partial M_{ik}}$ .

\* Используются единицы миллибарн  $\frac{1}{4}$ , градус, МэВ.

## 2.2. Блок-схема программы фазового анализа FA79a

На рис.2 изображена блок-схема программы фазового анализа\*. Ввод параметров и данных осуществляется подпрограммами RDPAR /параметры/ и RDDAT /данные/.

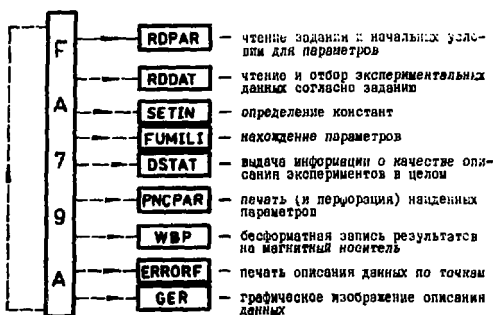


Рис.2. Структура программы фазового анализа FA79a.

## 2.3. Ввод параметров

Программа RDPAR /рис.3/ обращается к трем файлам. Задание читается на основном входе /файл INPUT /. На файл TAPE2 записывается вся информация, необходимая для вычисления значе-

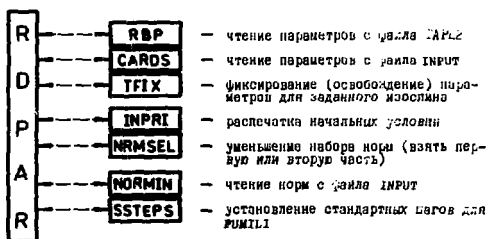


Рис.3. Структура подпрограммы ввода параметров RDPAR.

\* Отметим, что изображенная на рис.2 конфигурация не помещается полностью в память, доступную пользователю ЭВМ БЭСМ-6 в рамках операционной системы "Дубна". Однако на практике ее удобно использовать, исключая ненужные подпрограммы или сегментируя программу.

ний и ошибок подгоняемой функции, а также информация, однозначно определяющая условия фита. Вспомогательный файл TAPE3 содержит номер последнего рекорда на TAPE2 и массив экспериментальных данных, использованных в последнем фите. Благодаря этому можно продолжить прерванный оператором счет, используя всего одну карту для полного определения задания.

Существуют три варианта ввода параметров:

1/ только с файла INPUT /с перфокарт/; 2/ только с файла TAPE2; 3/ чтение с TAPE2 и модификация с перфокарт. Флаг выбора варианта ввода параметров читается с первой /и единственной обязательной/ перфокарты.

Для ввода всех параметров с перфокарт используются три типа формата, предназначенные соответственно для ввода комментариев, ввода задания и ввода начальных условий для параметров подгоняемой функции. Перфокарты с начальными условиями для параметров функции разделены перфокартой NRM на две группы: 1/ перфокарты, задающие значения фазовых сдвигов и константы связи; 2/ перфокарты, задающие значения норм. Внутри групп не важен порядок перфокарт. Идентификация параметров происходит по именам. Когда встречается не соответствующее заданию имя, выдается предупредительная диагностика и продолжается ввод. Для всех параметров функции определены по умолчанию начальные условия. С помощью перфокарт достаточно задавать те значения, которые пользователь хочет изменить. Формат перфокарт, требуемый на входе, полностью соответствует формату, используемому для перфорации результатов.

#### 2.4. Ввод экспериментальных данных

Экспериментальные данные выборочно читаются подпрограммой RDDAT /рис.4/ согласно заданию из постоянного банка. В связи с тем, что описываемый пакет программы эксплуатировался до сих пор в основном на ЭВМ БЭСМ-6, банк данных необходимо представить на файле INPUT сразу после перфокарт ввода параметров. Данные в банке однозначно пронумерованы. Номер перфокарты /одна экспериментальная точка/ состоит из номера экспери-

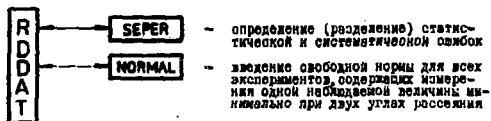


Рис.4. Структура подпрограммы ввода экспериментальных данных RDDAT.

мента /4 старших десятичных разряда/ и номера точки в эксперименте /4 младших десятичных разряда/. В массив EXDA для работы FUMILI отбираются точки с кинетической энергией внутри заданного интервала в согласии со списком IEX.

При наличии в задании свободных норм в подпрограмме RDDAT дополнительно генерируются "экспериментальные" точки по измерению искусственно введенной наблюдаемой "нормы". Эти точки для свободных норм имеют значение 1, ошибку, равную систематической ошибке соответствующего эксперимента, и дают вклад к функционалу  $\chi^2$ .

Карты с неизвестным именем наблюдаемой величины не вводятся в массив EXDA, а приводят к предупредительной диагностике.

В конце подпрограммы RDDAT производится проверка значений всех экспериментальных ошибок  $\Delta y$ . Когда  $\Delta y \leq 0$ , выдается диагностика и в массив EXDA вводится  $\Delta y = 9999$ .

В пакете имеются программы, блок-схемы которых не приведены. Назначение всех программ и работа с ними кратко описаны ниже.

### 3. НАЗНАЧЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ПАКЕТА И ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ НИХ

3.1. Программа FA79a. В зависимости от задания эта программа отдельно или одновременно выполняет следующие функции:

- 1/ нахождение параметров /фит/;
- 2/ распечатка экспериментальных и вычисленных значений наблюдаемых величин;
- 3/ распечатка графиков вычисленных угловых зависимостей с экспериментальными точками.

Нахождение параметров проводится с помощью подпрограммы FUMILI<sup>13/</sup> путем минимизации функционала:

$$\chi^2 = \sum_{i,j} \left( \frac{\frac{1}{N_i} y^{PSA}(\theta_j) - y^{exp}(\theta_j)}{\sigma_{ij}^{stat}} \right)^2 + \sum_{i'} \left( \frac{N_{i'} - 1}{\sigma_{i'}^{syst}} \right)^2,$$

где  $y^{PSA}(\theta_j)$  - вычисленное значение наблюдаемой величины для угла рассеяния  $\theta_j$ ;  $y^{exp}(\theta_j)$  - экспериментальное значение наблюдаемой величины для угла рассеяния  $\theta_j$  в  $i$ -м эксперименте;  $\sigma_{ij}^{stat}$  - статистическая/или полная/ ошибка величины  $y^{exp}(\theta_j)$ ;  $N_i$  - вычисленная норма эксперимента  $i$  /константа, равная 1, когда норма для данного эксперимента не введена в определение задания/;  $i$  - номер эксперимента в фитируемом наборе данных;  $j$  - номер точки в рамках эксперимента  $i$ ;  $\sigma_{i'}^{syst}$  -

систематическая ошибка нормировки эксперимента  $i'$ ;  $i'$  - номер эксперимента, для которого норма введена как свободный параметр.

На рис.5 изображена наиболее общая колода карт с условными названиями, используемыми дальше в табл.1а /не в программе/. В табл.1а дана информация о том, какие переменные программы определяются посредством этих карт, какой используется формат и каковы условия ввода. В табл.1б приведены сведения о смысловом и возможных численных значениях переменных, вводимых с перфокарт.

3.2. Программа SOLSUM выдает распечатку результатов фитов, которые записаны на файле TAPE2. Кроме этого, она позволяет переписать результаты согласно списку на другой файл TAPE1. На файле INPUT требуется определение списка рекордов /максимально 20/, которые нужно прочитать с TAPE2, номер рекорда на TAPE1, в который будет записан первый рекорд списка, и признак для распечатки норм. Для ввода переменных используются карты с условными названиями SELSOL, LIST, спецификация которых приведена в табл.2а,2б.

3.3. Программа AMPL вычисляет значения амплитуд рассеяния в заданном диапазоне углов /или квадратов переданных четырехимпульсов/ по результатам фита, записанным на TAPE2. Вычисленные амплитуды выдаются в форме таблиц и графиков. Для ввода переменных используются карты с условными названиями FLAGS, LIST, SCALE, спецификация которых приведена в табл.3а-в. Амплитуды выражены в миллибарнах.

3.4. Программа TRT, используя разницу в поведении решений  $S_2, S_1$ , проверяет по критериям  $\tau$  и  $\tau^{1/6}$  гипотезу, согласно которой решение  $S_1$  фазового анализа верно. Колода карт для ввода решения  $S_2$  полностью совпадает с колодой для программы FA79a. Продолжение колоды для ввода решения  $S_1$  не должно содержать карты DATCOMNT, DATA и 7777, так как при сравнении гипотез нужно использовать один и тот же экспериментальный материал. За картами для ввода решения  $S_1$  следует карта EXEC /рис.5/, завершающая ввод одного задания для программы TRT. В зависимости от следующей карты CONTIN программа либо кончает работу, либо читает следующее задание.

3.5. Программа X2BAR используется для исследования поведения функционала  $\chi^2$  между решениями  $S_2$  и  $S_1$  /и в их окрестностях/. Ее задачей является прохождение по прямой или поверхности в пространстве параметров от решения  $S_2$  к решению  $S_1$ . Проход осуществляется так, что часть параметров /поверхность/ или все параметры /прямая/ изменяются между значениями, соответствующими  $S_1$  и  $S_2$ , и фиксируются. Посредством вызова



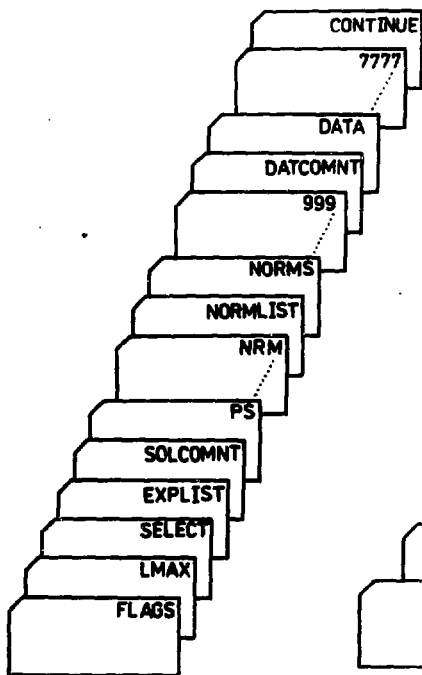
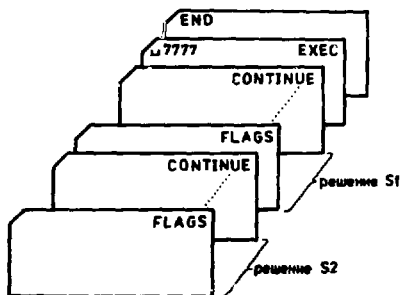


Рис.5. Самый общий набор перфокарт на входе программы FA79a.

Рис.6. Пример колоды для программы TRT /одно задание/.



ВМЛИ находятся остальные параметры. Максимальное значение  $\chi^2$ , достигнутое в случае успешного прохождения от S2 к S1, является /верхней/ оценкой высоты барьера между этими решениями. Предусмотрены два варианта выбора шага изменения параметров: 1/ фиксированный шаг /доля от разности значений S2 и S1 /; 2/ переменный шаг /доля от приращения, приводящего к увеличению  $\chi^2$  приблизительно на единицу/.

Колода входных карт полностью совпадает с колодой для программы TRT за исключением того, что перед каждым заданием /перед первой картой .FLAGS / помещаются две карты с условными названиями PATH, DIRLIST, определяющие набор параметров, изменяемых и фиксируемых между S2 и S1 /табл.4а,б/.

3.6. Программа LISTDER печатает таблицу производных заданных наблюдаемых величин по заданным фазовым сдвигам. Колода карт на входе отличается от используемой для программы FA79a тем, что после ввода норм следуют карты TAB, PARLIST и набор карт OBS, определяющих вид таблицы производных /табл.5а,б/.

Таблица 1а

Спецификация входных карт для программы FA79a

Название карты	Вводимые переменные	Формат	Условия ввода	Замечания
FLACS	IREAD, IWRITE, IPUNCH, ISSTEP, ICONT, IBINP, ROPUM, NORMAL, ISO, ITMAX, MODIF	I4I5	Всегда	
IMAX	IMAX	14I5	ICONT#1	
SELECT	T1, IENOM, IENMK, NEX	14I5	ICONT#1	
EXPLIST	LEX(1+ / NEX /)	14I5	ICONT#1, IEX#0	
SOLGOMT	ISOL (1+14)	13A6, I2	ICONT#1, (MODIF=1+IBINP#0)	
PS	PSNAME, ARE(1), PRE(1), AMN(1), AMX(1), ARE(2), PRE(2), AMN(2), AMX(2)	A3, 1X, 2E10.4, 2E6.0, 4X, 2E10.4, 2E6.0	".."	
REN	RENOM	".."	".."	С первой позиции про- сито ключевое слово TRK
NORMLIST	KN(1+ / NFORM /)	14I5	ICONT#1, (MODIF=1+IBINP#0) NFORM#0	
FORMS	NEFP, ARE(1), PRE(1), AMN(1), AMX(1)	I3, 1X, 2E10.4, 2E6.0	".."	
999		".."	".."	С первой позиции про- сито ключевое слово 999
DATGOMT	IHRAD(1+8), ISOL(10+11)	12A6	ICONT#1	
DATA	KEDA (K#K+2), K=1, 5, 9... IA, C1, C2, IC3, IC4, IC5, IB	3E10.4, 4X, A6, 2E10.4, A4, A6, I1, 1X, 2I4	".."	
7777		".."	".."	В первых 10 колонках просито ключевое слово 7777
CONTINUE	IBOW	A6	Всегда	

Таблица 16

Спецификация вводимых переменных / программа FA79a.

Название переменной	Определение переменной	Значение
IREAD	Верхняя граница на количество экспериментальных точек, записанных в массив EXDA	1, 2, ..., 710
IWRITE	Признак для печати экспериментальных данных на входе и печати результатов отдельных итераций FUMILI	0 - эксп. данные не печатаются, текущие параметры в итерациях не печатаются. 1 - эксп. данные печатаются, текущие параметры в итерациях не печатаются. 2 - эксп. данные не печатаются, текущие параметры в итерациях печатаются. 3 - печать эксп. данных и текущих параметров в итерациях.
IPUNCH	Признак для перфорации найденных параметров на выходе	0 - перфорации нет, 1 - перфорация.
ISSTEP	Признак для использования стандартных шагов ( $\cos \theta_{\text{max}} / PL$ ) в FUMILI. Стандартные шаги вычисляются для фазовых сдвигов по формуле: $PL = (AMX - AMN) / 20 \cdot ISSTEP$ ; для норм $PL = 0,05$	0 - используются заданные шаги; 1, 2, 3, ...
ISCONT	Признак продолжения счета прерванного при предыдущем пуске программы FA79a	0 - счет не продолжается; 1 - счет продолжается
IBINP	Номер рекорда на TAPE2, с которого требуется прочитать начальные значения всех параметров. При этом результаты будут записаны в очередной рекорд на TAPE2	Спец. значения: IBINP = 0 - ввод параметров с перфокарт, запись результатов в очередной рекорд TAPE2. IBINP < 0 - ввод параметров с перфокарт, запись в рекорд /IBINP/
NORUM	Признак для вызова FUMILI и подпрограммы представления результатов описания данных ERRORP, CER	-1 - вызов FUMILI, 0 - вызов FUMILI ERRORP, 1 - вызов ERRORP, 2 - вызов CER
NRMAL	Признак для введения свободной нормы для всех экспериментов, включенных в себя хотя бы два измерения одной наблюдаемой под разными углами	0 - нормы вводятся индивидуально 1 - нормы вводятся для всех экспериментов

Таблица 16 /продолжение/

ISO	Признак, определяющий изоспин, для которого требуется найти фазовые сдвиги. Фиксируется (специальным значением $PL = -0, I$ ) свободные фазовые сдвиги, связанные с другим изоспином, проводится соответствующий отбор экспериментальных данных. Фазовые сдвиги, фиксированные спец. значением $PL = -0, I$ освобождаются ( $PL = (AMX-AMN)/20$ )	0 - фиксируются фазовые сдвиги $T = I$ отображаются только пр-данные; I - фикс. ф. сдв. $T=0$ , отображаются только пр-данные; -I - все фазовые сдвиги (кроме фиксированных пользователем) свободны, используются пр и пр данные
ITMAX	Максимальное количество итераций $ITMAX$	0, I, ...
MODIF	При $ITMAX > 1$ определяет, будут ли параметры, прочтенные с TAPE2, модифицированы с помощью перфокарт	0 - модификация не будет I - модификация будет
IMAX	Значение орбитального момента, выше которого используется амплитуда однополюсного обмена	0, I, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
T1	Номинальная лабораторная кинематическая энергия, не используемая для вычисления кинематических факторов	Спец. значение: T1=I означает, что информация, соответствующая картам SELECT JKKR:ST не вводится с перфокарт
LEMIN	Нижняя граница интервала (закрытого) лабораторных кинематических энергий для отбора экспериментальных данных	
LEMAX	Верхняя граница интервала энергий	
NEK	Количество элементов списка экспериментов, которое будет читаться с П/К	NEK = 1, 2, ..., 20. Перечисленные в списке эксперименты будут включены. NEK = -1, -2, ..., -20. Не перечисленные в списке эксперименты будут исключены
IAK(I)	Номер I-го эксперимента списка	1, 2, 3...
IZOL(1+13)	Комментарий, характеризующий <sup>3</sup> начальные значения фазовых сдвигов и поим	
IZOL(14)	Номер рекорда на TAPE2	
PSKAME	Имя парциальной волны	См. список имен фаз табл. Iв.
ARR(1) (карта PS)	Значение вещественной части фазового сдвига <sup>1</sup>	
ARR(1) (карта PS)	Значение м.ч. для мнимой части фазового сдвига <sup>1</sup>	

AMRE(1)	Максимальное значение вещественной части фазового сдвига <sup>1</sup>	
AMRE(1) (карта PS)	Максимальное значение вещественной части фазового сдвига <sup>1</sup>	
ARE(2), PRE(2), AMRE(2), AMRE(2), (карта PS)	Значения, определяющие начальные условия для многих частей фазовых сдвигов <sup>2</sup>	
NRORM	Количество норм, вводимых как параметры	NRORM=1,...40 спец.значения NRORM=-1,...,-40 (см. NN(1))
NN(I)	Номер I-го эксперимента, для которого вводится норма как параметр	спец.значения: NN(1)=-12345 или -98765 при MODIF=1 и NRORM<0 означает, что из прочтенных с TAPEZ норм остаются параметрами первые или последние /NRORM/, соответственно
NEXP	Номер эксперимента, для которого вводится норма	
ARE(1), PRE(1), AMRE(1), AMRE(1) (карта NORMS)	Значения, определяющие начальные условия для норм <sup>2</sup>	
IHEAD(148)	Комментарий, определяющий состояние используемого банка данных	
ISOL(10+11) (карта DATSMNT)	Комментарий (ссылка), определяющий полностью задание	
EKKA(K+K+2) K=1,5,9...	Экспериментальное значение наблюдаемой (единицы для сечений миллибарн), его ошибки, угол рассеяния (с.п.к.) <sup>3</sup>	
IA	Имя наблюдаемой <sup>4</sup>	См. список наблюдаемых, приложение
CI	Кинетическая энергия (МэВ) <sup>4</sup>	
CS	Систематическая ошибка эксперимента <sup>4</sup>	

Таблица 16 /продолжение/

IC3	Признак для обработки ошибок /4	а - нет сведений о систематической ошибке, в - систематическая ошибка дана в С2, ЕКДА (К+1) содержит статистическую ошибку, с - систематическая ошибка дана в С2 ЕКДА (К+1) содержит результат квадратичного отношения статистической и систематической ошибок, d - систематическая ошибка не дана, включена в ЕКДА (К+1)
IC4	Ссылка на соответствующую публикацию /4	
IC5	Признак отличной методики при одинаковых IA, CI, IC4	0, 1, 2, ..., 9
IB	Номер эксперимента /4 (однозначный в рамках всего банка данных)	
IP01	Номер точки в эксперименте	
INOW	Признак продолжения чтения с входа	INOW = 6HCONTIN - продолжение INOW $\neq$ 6HCONTIN - конец

/1 Значение заносится в соответствующую ячейку соответствующего общего блока ( /A/, /PL/, /AL/, /AU/) при условии отличия от нуля и совпадения PNAME с элементом списка имен фаз для данного LMAX.

/2 Значение заносится в соответствующую ячейку соответствующего общего блока (/A/, /PL/, /AL/, /AU/) при условии отличия от нуля и совпадения NEXP с элементом списка NH(I), I = 1, ..., NISOM.

/3 Ячейки ISOI(10+14) программа переписывает в конце на информацию о DATSOBIT, текущую дату и номер рекорда на LU=2, в которой записаны результаты.

/4 Занесение в ячейки ЕКДА информации о данной экспериментальной точке происходит только при следующих условиях: 1) IA принадлежит к списку наблюдаемых величин

2)  $IBNMI \leq C1 \leq IENMI$

3) IB не принадлежит (принадлежит) к списку IEX при NEX > 0 (NEX < 0)

4) точка относится к pp (np) распадению при ISO=1 (iso=0)

Определение статистической ( $\Delta ST$ ) и систем- ( $\Delta SYS$ ) ошибок проводится следующим образом:

$$\begin{aligned} IC3 = a & \quad \Delta ST = EKDA(K+1) & \quad \Delta SYS = 0.1 \\ IC3 = b & \quad \Delta ST = EKDA(K+1) & \quad \Delta SYS = C2 \\ IC3 = c & \quad \Delta ST = EKDA(K+1)^2 - C2^2 & \quad \Delta SYS = C2 \\ IC3 = d & \quad \Delta ST = EKDA(K+1) & \quad \Delta SYS = 0.1 \end{aligned}$$

Статистическая ошибка заносится в  $EKDA(K+1)$ .

Систематическая ошибка становится ошибкой "экспериментальной" точки, норма в случае введения нормы данного эксперимента в качестве параметра.

Значения  $IC4$ ,  $IC5$ ,  $PROI$  в программе не используются.

Таблица 1в

#### Список имен парциальных волн

Имена фаз имеют вид  $\langle \text{цифра } I(\text{буква})\text{цифра } 2 \rangle$ , где цифра  $I = 2s + I$  ( $s$  - полный спин системы двух нуклонов), цифра  $2 = J$  - полный момент количества движения системы, буквы =  $S, P, D, F, G, H, K, L, M$  соответственно для орбитального момента количества движения  $L = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ . Вместе с фазовыми сдвигами по имени вводятся параметры смешивания  $E_J$  и константа связи ялона с нуклоном  $f^2$ . Их имена, соответственно имеют вид  $\langle \text{пробел } |E| J \rangle$ ,  $\langle \text{пробел } |F| 2 \rangle$ .

Таблица 2а

#### Спецификация входных карт для программы SOLSUM

Имя карты	Вводимые переменные	Формат	Условия ввода
SELSOL	NBINP1, NBINP2, NBINP3, INORM	14I5	Всегда
LIST	IBINP(1), I=1,...,NBINP2-NBINP1+1	14I5	NBINP1=0

Таблица 2б

#### Спецификация вводимых переменных / программа SOLSUM /

Имя переменной	Определение переменной	Значение переменной
NBINP1	Номер первого рекорда последовательной серии, которую нужно прочитать с TAPE2	1, 2, 3... специальное значение 0 означает, что список не состоит из последовательной серии, а задан на I/K LIST

Таблица 26/продолжение/

№ВНПР2	Номер последнего рекорда последовательной серии или количество рекордов в списке заданном на следующих п/к	1,2,3,...
№ВНПР3	Номер рекорда на TAPEI, в котором будет переписан первый рекорд списка	1,2,3,...
ПНОСН	Признак распечатки норм	0 - нормы не печатаются 1 - нормы печатаются
№ВНПР(I)	Номер I-го рекорда списка	1,2,3,...

Таблица 3а

## Спецификация входных карт для программы AMPL

	Вводимые переменные	Формат	Условия ввода
PLAS	ICOU, NFLAG, NQ2, NQ2MIN, NQ2MAX, IANGLE, NPSS	14I5	Всегда
LIST	NAME(I), I=1,..., NFLAG	13A6	" - "
SCALE	IX(NQ2+2), IX(NQ2+3), IYMIN, IYMAX	14I5	" * - "

Таблица 3б

## Спецификация вводимых переменных /программа AMPL/

Имя переменной	Определение переменной	Значение переменной
ICOU	Признак кулоновского взаимодействия	1 - вычисляются PP амплитуды -1 - KP
NFLAG	Количество вычисляемых величин заданных на п/к	1+26
NQ2	Количество точек	1+90
NQ2MIN	Минимальный угол рассеяния или квадрат переданного 4-импульса Q2	
NQ2MAX	Максимальный угол рассеяния или квадрат переданного 4-импульса Q2	Спец.знач.: 0 означает максимально допустимое Q2 (кинематически)



Таблица 36 /продолжение/

IANGLE	Признак для вычисления угла рассеяния (с.и.м.)	0 - в NQ2MIN; NQ2MAX заданы значения Q2; 1 - в NQ2MID; NQ2MAX заданы значения угла рассеяния
NPSS	Номер рекорда на TAPE2, содержащего результаты фазового анализа	1,2,3,...
IX(NQ2+2) IZ(NQ2+3)	Значения угла рассеяния (для Q2), используемые для определения масштаба горизонтальной шкалы графиков (см. описание подпрограммы GRAF54 /4/)	
IYMIN, IYMAX	Используется для определения вертикальной шкалы графиков /4/	

Таблица 3в

Допустимые значения элементов NAME(I) для программы AMPL  
/ X=R/I для вещественной/мнимой части амплитуды/

MSSX, M1IX, MOOX, MO1X, M1OX, M1-IX	Элементы спиновой матрицы рассеяния в синглет-триплетном представлении.
AX, SX, MX, ZX, NX	Амплитуды рассеяния, связанные со спиновой матрицей рассеяния соотношением (см. /3/): $M = a + c(\epsilon_n + \epsilon_{2n}) + m \epsilon_n \epsilon_{2n} + g(\epsilon_p \epsilon_{2p} + \epsilon_n \epsilon_{2n}) + h(\epsilon_p \epsilon_{2p} - \epsilon_n \epsilon_{2n})$
IO	Дифференциальное сечение
P=A	Поляризация (асимметрия)

Таблица 4а

Спецификация входных карт для программы X2VAR  
/см. также табл. 1, рис. 5, 6/

Название карт	Вводимые переменные	Формат	Условия ввода
PATH	NDIR, NSTEP	14I5	Всегда
DIRLIST	IDIR(I), I=1,2,...,NDIR	14I5	NDIR#0

Таблица 46. Спецификация вводимых переменных /программа X2BAR /

Название переменной	Определение переменной	Значения переменной
NDIR	Количество параметров, меняющихся и фиксируемых между S2 и S1	1,2,3,... (поверхность) 0 - (прямая)
NSTEP	Количество шагов (вызовов FURILLI ) между S2 и S1	2,3,... (фиксируемый шаг); -1, -2,... (переменный шаг)
IDIR(I)	Номер I-го параметра списка в массиве A ( COLUMN/A для FURILLI)	1,2,...,100

Таблица 5а. Спецификация входных карт для программы LISTDER  
/см. также табл.1/

Название переменной	Вводимые переменные	Формат	Условия ввода
TAB	NPAR, NSTEP, LANG	1410	Всегда
PARLIST	IPAR(I), I=1,..., NPAR	1415	Всегда
OBS	IDENT	A6	Всегда

Таблица 5б.Спецификация вводимых переменных /программа LISTDER/

Название переменной	Определение переменной	Значение переменной
I.PAR	Количество параметров, производимые по которым войдут в таблицу	1,2,..., I2
IPAR(I)	Номер I-го параметра (в массиве A)	1,2,..., 100
IDENT	Имя наблюдаемой величины	Напр. IOFF См. приложение Спец. значения:END означает конец задачи

Таблица 6а

Спецификация входных карт для программы SIMEX /см. также  
табл.1/

Название карты	Вводимые переменные	Формат	Условия ввода
EXR	IDENT, NY, YMIN, YMAX, DY, ANG	A6, I4, 6B10.4	Всегда

Таблица 5б. Спецификация вводимых переменных /программа LISTDER/

Название переменной	Определение переменной	Значения переменной
IDENT	Имя эксперимента	См. приложение. спец. знач. END означает конец задания
ANG	Угол рассеяния в с.д.м.	0+180 <sup>0</sup>
YMIN	Минимальное значение наблюдаемой величины "измеренное" в гипотетическом эксперименте	
YMAX	Максимальное значение наблюдаемой	
DY	Ошибки "измерения"	
NY	Количество вариантов результата измерений от YMIN до YMAX	2,3,4,....

3.7. Программа SIMEX уточняет значения фазовых сдвигов, используя совокупность экспериментальных данных, в которую добавлена одна точка /планируемый эксперимент/. Нормы при этом автоматически фиксируются. Результаты фита записываются на файл TAPE2, на печать выводится перечень добавляемых "экспериментальных точек" и результирующее значение функционала  $\chi^2$ .

Колода карт на входе отличается от используемой для программы FA79a тем, что после ввода всех параметров и экспериментальных данных следует набор карт EXP, определяющих параметры добавляемой "экспериментальной" точки /см. табл. 6а, б/.

Тексты пакета программ содержатся в форме библиотеки /редактор ОС "Дубна" на ЭВМ Б-6, UPDATE на ЭВМ CDC-6500/. Также создана библиотека - банк данных по нуклон-нуклонному рассеянию в интервале энергий 550÷710 МэВ, которая дополняется и расширяется.

Опыт работы с пакетом программ в процессе проведения фазового анализа нуклон-нуклонного рассеяния при энергии 590 МэВ позволяет сделать следующие выводы:

1. Программы удобны в эксплуатации, управление их работой стандартизовано и сведено к определению задания.
2. Хранение экспериментальных данных и результатов в постоянных банках на магнитных носителях значительно уменьшает вероятность случайных ошибок, связанных с подготовкой данных в процессе решения цикла задач фазового анализа.
3. Распечатка, производимая программами, является надежным протоколом с полным определением условий произведенных расчетов.
4. Пакет содержит программное обеспечение для комплексного подхода к проблеме фазового анализа.
5. Модульная структура пакета позволяет осуществлять дальнейшее расширение его возможностей.

Авторы благодарны А.М.Розановой, В.С.Киселеву и всем, кто принимал участие в развитии программы фазового анализа, В.Р.Абазовой и Т.Д.Тимофеевой за оформление рукописи.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Обозначения наблюдаемых величин, принятые в программе фазового анализа

В программе фазового анализа /ФА/ используются обозначения наблюдаемых величин, состоящие из 6 символов. Последние два символа означают частицы, участвующие во взаимодействии /на-

пример, PP- для pp-рассеяния, NP- для np-рассеяния/. Остальные 4 символа связаны с историческими названиями наблюдаемых величин. В программе учитывается всего 24 наблюдаемые величины, из них пять /полное сечение "SIGM", полное неупругое сечение "SIGN", разности полных сечений в чистых спиновых состояниях "DSOT", "DSGL" и отношение вещественной к мнимой части бесспиновой амплитуды "ALPH" / являются интегральными характеристиками взаимодействия. Дифференциальные величины включают в себя упругое сечение, поляризацию, все параметры Вольфенштейна и некоторые коэффициенты корреляции поляризаций.

Ниже приведены современные четырехиндексные обозначения этих наблюдаемых величин вместе с обозначениями, используемыми в программе ФА.

Обозначение в программе ФА /4 символа/	Современное четыrehиндексное обозначение	Названия наблюдаемых величин /упругое рассеяние/
IO	(0 0 0 0)	дифференциальное сечение
P	(n 0 0 0)	поляризация
D	(n 0 n 0)	параметры Вольфенштейна
R	(s'0 s 0)	
A	(s'0 k 0)	
RI	(k'0 s 0)	
AI	(k'0 k 0)	
DT	(0 n n 0)	
RT	(0 s''s 0)	
AT	(0 s''k 0)	
RIT	(0 k''s 0)	
AIT	(0 k''k 0)	
CNN	(n n 0 0)	коэффициенты корреляции поляризаций /тензор 2 ранга/
CLL	(0 0 k k)	
CKP	(s's''0 0)	
SISN	(s'0 s n)	тензор 3 ранга
SIKN	(s'0 k n)	
KISN	(k'0 s n)	
KIKN	(k'0 k n)	

В четырехиндексной записи (pqik) индексы p,q означают направления, в которых измеряются поляризации рассеянной частицы и частицы отдачи соответственно. Индексы i,k озна-

чают направления, в которых поляризованы частицы пучка и мишени соответственно. Используются следующие обозначения направлений в лабораторной системе координат:

Символ	Вектор	Название
$k$	$\vec{k}$	импульс пучковой частицы
$k'$	$\vec{k}'$	импульс рассеянной частицы
$k''$	$\vec{k}''$	импульс частицы отдачи
$n$	$\vec{n} = \vec{k} \times \vec{k}'$	нормаль плоскости рассеяния
$s$	$\vec{s} = \vec{n} \times \vec{k}$	
$s'$	$\vec{s}' = \vec{n} \times \vec{k}'$	
$s''$	$\vec{s}'' = \vec{n} \times \vec{k}''$	

Значение нуль для индексов  $p, q$  означает, что поляризация данной частицы не измеряется, а для индексов  $i, k$  - что пучок или мишень соответственно неполяризованы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Казаринов Ю.М., Силин И.Н. ЖЭТФ, 1962, 43, с.692.
2. Джгаркава М.И. и др. ОИЯИ, 1-81-226, Дубна, 1981.
3. Родионов А.И., Силин И.Н. ОИЯИ, 62-11-9811, Дубна, 1977, с.265.
4. Фенин Ю.М. ОИЯИ, 62-11-9876, Дубна, 1977, с.55.
5. Hoshizaki N. Suppl.Prog.Theor.Phys., 1968, 42, p.107.
6. Пазман А., Силин И.Н. ОИЯИ, P5-7174, Дубна, 1973; Силин И.Н. Совместный научный сборник ОИЯИ /Дубна, СССР/ и Центрально-го института физических исследований /Будапешт, ВНР/. Будапешт, 1974, ФКИ-74-34, с.161.

Рукопись поступила в издательский отдел  
1 апреля 1981 года.