ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

Р11 - 3983

З.М.Иванченко, А.В.Лукъянцев, А.Д.Макаренкова,
В.И.Мороз, Г.Н.Тентюкова

ПРОГРАММА ИДЕНТИФИКАЦИИ КАНАЛОВ РЕАКЦИЙ
(ВАРИАНТ 10 - 30)

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
И АВТОМАТИЗАЦИИ

1968

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ЛВТА

P11 - 3983

З.М.Иванченко, А.В.Лукъянцев, А.Д.Макаренкова,
В.И.Мороз, Г.Н.Тентюкова

ПРОГРАММА ИДЕНТИФИКАЦИИ КАНАЛОВ РЕАКЦИЙ
(ВАРИАНТ 10 - 30)

О Г Л А В Л Е Н И Е :

§ I. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

Программа I0-30, описание которой дается в этой работе, является дальнейшим усовершенствованием /I/.

Программа I0-30 построена по той же схеме, что и ранее использовавшаяся программа идентификации каналов реакций I0-I0 [I] и предназначена для идентификации одновершинных событий /идентификация V^0 частиц и γ квантов, входящих в событие, должна быть выполнена предварительно/.

В программе I0-30 принята такая же форма задания гипотез, как и в I0-I0, и так же имеется возможность обсчитывать гипотезы, характеризующиеся как одним и четырьмя уравнениями связи, так и двумя и пятью уравнениями /последнее для событий с γ-квантами/.

Как и раньше, для определения χ^2_{min} и уточненных значений параметров следов на начальных итерациях используется стандартная программа минимизации квадратичного функционала [2] , а на последней итерации - метод неопределенных множителей Лагранжа.

Вместе с тем, в новый вариант програмы включены дополнительные блоки, в частности:

I/ используется матрица ошибок исходных параметров, что дает более полную информацию о треке ;

2/ для сокращения времени счета есть возможность поиска минимума не сразу по всем параметрам, а по некоторым из них, две последних итерации выполняются всегда по всем параметрам ;

3/ для отбрасывания заведомо плохих гипотез производится предварительно одна итерация при поиске минимума функции Лагранжа и вычисляется χ^2 - оценочное при полученных значениях параметров ;

4/ проводится идентификация событий, следы которых обсчитывались по геометрической программе I-6 /3/, учитывающей при счете параметров массы частиц.

Схема программы изображена на рис. I.

§ 2. ФОРМИРОВАНИЕ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЕТОВ

Исходными данными для 10-30 являются результаты геометрической программы I-6 /3/ и программы идентификации V^0 -частиц и γ -квантов 2-4, которая является вариантом программы 2-3 /4/.

Программа I-6 выдает набор параметров частицы, вычисленный при определенном значении массы, в качестве которой могут быть взяты массы p, K, π, e. В соответствии с числом частиц, для которых производится расчет в геометрической программе, она может выдать от одного до четырех наборов параметров. Программа 2-4 выдает наборы параметров для частиц K^0, Λ^0, γ.

Программа 10-30 выбирает по заданной гипотезе о частице тот набор параметров, из выданных программами I-6 и 2-4, который соответствует этой частице /для заряженных следов берутся результаты I-6, для зарегистрированных нейтральных - результаты 2-4/.

Если для заряженной частицы заданная гипотеза не обрабатывалась по I-6, то она либо отбрасывается, либо для нее считается набор параметров путем экстраполяции, исходя из

значений параметров для ближайшей массы.

Рассмотрим подробно процедуру получения исходных параметров для заряженных частиц.

Если в выдаче геометрической программы указан признак идентификации $/ N_{иg} \neq 0;77 /$, то в программе 10-30 могут быть приняты только те гипотезы о частице, которые входят в $N_{иg}$, и выбираются соответствующие этим частицам наборы параметров.

При $N_{иg} = 00$ допускаются гипотезы $\pi^+, K^+, p, \Sigma^+, \tilde{\Sigma}^-$, если геометрическая программа определила, что частица положительная, и $\pi^-, K^-, \Sigma^-, \Xi^-, \tilde{p}, \tilde{\Sigma}^+$, если частица отрицательная.

При $N_{иg} = 77$ дополнительно допускаются гипотезы e^+ для положительной частицы и e^- для отрицательной.

Значения параметров для гипотез π, K, p, e берутся непосредственно из выдачи I-6. Для определения параметров частиц Σ^+ и $\tilde{\Sigma}^-$ за основу берется набор параметров для p, а для частиц $\Sigma^-, \Xi^-, \tilde{p}, \tilde{\Sigma}^+$ - набор параметров для K^-.

Если гипотеза p для положительной частицы $/ K^-$ для отрицательной/ была забракована геометрической программой, то в 10-30 гипотезы о более тяжелых частицах не рассматриваются.

Обозначим через η частицу $/ p$ или $K^- /$, которая берется за основу вычислений, через ξ -частицу, для которой вычисляются параметры.

Обозначим здесь и в дальнейшем

P – импульс частицы
α – угол подъема
β – азимутальный угол

} в первой точке трека

Введем также величину $K = \frac{A}{P\cos\alpha}$, где $A = const$.

Параметры частицы ξ определяются по формулам

$$P_\xi = P_\eta - (\delta P_\eta - \delta P_\xi), \qquad /1/$$

$$\delta P_\eta = \left| \frac{dP}{dS} K_1 S + \frac{1}{2}\frac{d^2P}{dS^2}(K_1 S)^2 \right|_{P_\eta, M_\eta}, \qquad /2/$$

$$\delta P_\xi = \left| \frac{dP}{dS} K_1 S + \frac{1}{2}\frac{d^2P}{dS^2}(K_1 S)^2 \right|_{P_\eta, M_\xi}, \qquad /3/$$

где

S – длина трека,

M – масса частицы,

a_1 и a_2 – константы,

$$V = \frac{P}{\sqrt{P^2+M^2}}, \quad \frac{dP}{dS} = -\frac{a_1}{V^3}\left(\ln\frac{V^2}{1-V^2} - V^2 + a_2\right)$$

$$\beta_\xi = \beta_\eta + \frac{(\delta_{P\beta})_\eta}{(\Delta P)^2_\eta}(P_\xi - P_\eta), \qquad /4/$$

где $\delta_{P\beta} = \overline{\Delta P \Delta \beta}$ /см. описание выдачи I-6 [3]/;

$$\alpha_\xi = \alpha_\eta$$

$$\Delta P_\xi = P_\xi\sqrt{\left(\frac{\Delta P}{P}\right)^2_\eta - \frac{K_2}{S\cdot\cos^2\alpha_\xi}\cdot\left(\frac{1}{V_\eta^2} - \frac{1}{V_\xi^2}\right)} \qquad /5/$$

$$(\Delta\beta)^2_\xi = (\Delta\beta)^2_\eta - K_3\frac{(21,2)^2 S}{X_0\cos^2\alpha_\xi}\left(\frac{1}{P_\eta^2 V_\eta^2} - \frac{1}{P_\xi^2 V_\xi^2}\right) \qquad /6/$$

$$(\Delta tg\alpha)^2_\xi = (\Delta tg\alpha)^2_\eta - K_4\frac{(21,2)^2 S}{X_0\cdot\cos^4\alpha}\left(\frac{1}{P_\eta^2 V_\eta^2} - \frac{1}{P_\xi^2 V_\xi^2}\right), \qquad /7/$$

где $K_1 = 0,5$ /константа подобрана экспериментально/,

$$K_2 = 0,17\cdot\frac{4\cdot(21,2)^2}{(0,3\bar{H})^2 X_0},$$

/коэффициент 0,17 – приближенное значение $Ca(N)$ [3] /,

$\bar{H}$ – среднее поле в кгс

X_0 – радиационная длина среды в см.

$K_3 = 0,1$ ($K_3 \approx C_\beta(N)$ [3])

$K_4 = 0,18$ ($K_4 \approx C_\alpha(N)$ [3]).

Если импульс частицы определен геометрической програмой недостаточно надежно /короткий трек без остановки или случай большого $\frac{\Delta P}{P}$ то предполагается, что такой след мог быть оставлен как положительной так и отрицательной частицами и разрешается любая из заданных гипотез о массе.

В програме I0-30 производится умножение всех исходных ошибок параметров на величины $\varkappa_P$, $\varkappa_\beta$, $\varkappa_\alpha$, которые являются произвольн[ыми] константами*:

$$\Delta P = \varkappa_P \Delta P_{изм}.$$
$$\Delta\beta = \varkappa_\beta\cdot\Delta\beta_{изм}. \qquad /8/$$
$$\Delta tg\alpha = \varkappa_\alpha\cdot\Delta tg\alpha_{изм}.$$

а также нормализация всех ошибок параметров заряженных частиц, если эта нормализация не была проведена в геометрической програме:

$$(\Delta tg\alpha)^2 = K_5(\Delta tg\alpha)^2_{изм}; \qquad /9/$$

$$(\Delta P)^2 = K_6(\Delta P)^2_{изм}; \qquad /10/$$

$$(\Delta\beta)^2 = K_6(\Delta\beta)^2_{изм}; \qquad /11/$$

$$\overline{\Delta P\Delta\beta} = K_6(\overline{\Delta P\Delta\beta})_{изм}; \qquad /12/$$

где K_5 и K_6 должны быть заданы физиком /в дальнейшем они будут вычисляться в программе накопления измерений на магнитной ленте после 1-6/.

* С помощью этих констант в случае необходимости можно осуществить подгонку распределения событий по величине χ^2.

Индекс "изм" означает, что величина выдана геометрической программой.

§ 3. ПОСТАНОВКА ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ

Требуется найти такой набор параметров [x/] треков для заданной гипотезы о событии, чтобы функция

$$A = \sum_{i,j=1}^{3n} (a_{i\text{э}} - a_i)\,\omega_{ij}\,(a_{j\text{э}} - a_j)\ , \qquad /13/$$

где

$a_{i\text{э}}$ - измеренные значения параметров,

a_i - искомые значения параметров,

ω_{ij} - элементы матрицы весов параметров,

n - число треков,

принимала бы наименьшее значение при условии удовлетворения уравнений связи $f_k = 0$, являющихся законами сохранения энергии и импульса.

Для поиска условного минимума строится 3 типа минимизируемой функции

$$M_1^2 = \sum_{i=1}^{3n} \left(\frac{a_{i\text{э}} - a_i}{\Delta a_i}\right)^2 + T \sum_{k=1}^{S} \frac{f_k^2}{(\Delta f_k)^2}\ , \qquad /14/$$

$$M_2^2 = \sum_{i=1}^{3n} \left(\frac{a_{i\text{э}} - a_i}{\Delta a_i}\right)^2 + \sum_{k=1}^{S} \lambda_k f_k\ , \qquad /15/$$

$$M_3^2 = \sum_{i,j=1}^{3n} (a_{i\text{э}} - a_i)\,\omega_{ij}\,(a_{j\text{э}} - a_j) + \sum_{k=1}^{S} \lambda_k f_k\ , \qquad /16/$$

[x/] В качестве параметров a_i берутся ρ (или κ), β, $tg\,\alpha$.

где

S - число уравнений связи,

λ_k - неопределенные множители Лагранжа,

T - константа, подбираемая экспериментально.

M_3^2 (16) является производящей функцией Лагранжа для задачи (13). Однако минимум M_3^2 мы ищем в следующем порядке /см. рис. 1/. Вначале оцениваем целесообразность поиска минимума по упрощенному выражению M_2^2 /см. § 5/. Далее ищем итерационным путем минимум выражения M_1^2 и делаем заключительную итерацию для функции (16).

Отметим, что при $T \to \infty$ один и тот же набор параметров a_i обращает в минимум M_1^2 и M_2^2 [5,6] и, следовательно, при большом T можно достаточно точно получить a_i ,минимизируя M_1^2 вместо M_2^2.

Запись минимизируемой функции в виде M_1^2 удобна для использования процедуры поиска минимума квадратичного функционала, реализованной в виде стандартной программы СП-123 /2/. При минимизации M_1^2 в программе предусмотрены 2 варианта:

1/ минимизация по всем параметрам до достижения нужной точности,

2/ минимизация только по импульсу или кривизне при фиксированных остальных параметрах, так как линейность задачи по импульсу /кривизне/ гораздо сильнее, чем по другим параметрам. Итерационный процесс поиска минимума продолжается до достижения заданной точности по импульсу /кривизне/, а затем делается еще одна итерация по всем параметрам.

Этот вариант введен для ускорения счета.

Считая, что после вышеописанной процедуры мы вышли в область линейности функций f_k , проводим линеаризацию функций f_k и определяем минимум M_3^2, то есть применяем метод неопределенных множителей Лагранжа.

§ 4. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПОИСКА МИНИМУМА M_3^2.

Условие минимума M_3^2

$$\frac{\partial M_3^2}{\partial a_i} = 0 \qquad i = 1, \dots 3n \qquad /17/$$

записывается в виде

$$\begin{pmatrix} \begin{matrix} \omega_{11} & \omega_{12} & \omega_{13} \\ \omega_{21} & \omega_{22} & \omega_{23} \\ \omega_{31} & \omega_{32} & \omega_{33} \end{matrix} & \bigcirc \\ \bigcirc & \begin{matrix} \omega_{3n-2,3n-2} & \omega_{3n-2,3n-1} & \omega_{3n-2,3n} \\ \omega_{3n-1,3n-2} & \omega_{3n-1,3n-1} & \omega_{3n-1,3n} \\ \omega_{3n,3n-2} & \omega_{3n,3n-1} & \omega_{3n,3n} \end{matrix} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_1 - a_{1T} \\ a_2 - a_{2T} \\ \cdots \\ \cdots \\ \cdots \\ \cdots \\ a_{3n} - a_{3nT} \end{pmatrix} = -\frac{1}{2} \begin{pmatrix} \sum_{k=1}^{s} \lambda_k \frac{\partial f_k}{\partial a_1} \\ \sum_{k=1}^{s} \lambda_k \frac{\partial f_k}{\partial a_2} \\ \cdots \\ \cdots \\ \sum_{k=1}^{s} \lambda_k \frac{\partial f_k}{\partial a_{3n}} \end{pmatrix} \qquad /18/$$

Обозначим $/ a_1(T), a_2(T), \dots a_{3n}(T) /$ точку, в которой достигается минимум функции M_1^2, $/ a_1, a_2, \dots a_{3n} /$ - точку, в которой достигается минимум функции M_3^2.

Будем считать, что $/ a_1, a_2, \dots a_{3n} /$ находится в окрестности точки $/ a_1(T), a_2(T), \dots a_{3n}(T) /$, в которой функции f_k линейны.

$$f_k(a_1, a_2, \dots a_n) = f_k(a_1(T), a_2(T), \dots a_{3n}(T)) + \qquad /19/$$

$$+ \sum_{i=1}^{3n} \frac{\partial f_k(a_1(T) \dots a_{3n}(T))}{\partial a_i} (a_i - a_i(T)) = 0$$

откуда

$$f_k(a_1(T), \dots a_{3n}(T)) = -\sum_{i=1}^{3n} \frac{\partial f_k(a_1(T), \dots a_{3n}(T))}{\partial a_i} (a_i - a_i(T)) \qquad (20)$$

и

$$\frac{\partial f_k(a_1, \dots a_{3n})}{\partial a_i} = \frac{\partial f_k(a_1(T) \dots a_{3n}(T))}{\partial a_i} \qquad /21/$$

Воспользовавшись специфичным видом матрицы и соотношением /21/, систему /18/ можно записать в виде n систем; каждая состоит из трех уравнений, линейных относительно трех параметров $/ a_1, a_2, a_3; a_4, a_5, a_6; \dots a_{3n-2}, a_{3n-1}, a_{3n} /$.

Выражая из каждой системы значения параметров через неопределенные множители Лагранжа и подставляя их в /20/, будем иметь систему линейных уравнений относительно λ_k.

§ 5. ИСКЛЮЧЕНИЕ ЗАВЕДОМО ПЛОХИХ ГИПОТЕЗ.

Перед началом работы программы делается грубая оценка гипотезы о событии. Для этого используется запись линеаризуемой функции в виде M_2^2 /см. /15//.

Уравнения связи $f_k = 0$ записываются в форме /19/, где $a_i(T)$ - начальные значения параметров. Затем решается линейная система уравнений

$$\begin{aligned} \frac{\partial M_2^2}{\partial a_i} &= 0 \\ f_k &= 0 \end{aligned} \qquad /22/$$

Способ решения системы аналогичен описанному в § 4, только здесь задача упрощается, поскольку на этом этапе мы пренебрегаем недиагональными элементами матрицы весов, т.е. полагаем $\omega_{ij} = 0$ для $i \neq j$.

Таким образом, проводится одна итерация поиска минимума функции Лагранжа /I5/. При найденных значениях параметров вычисляется M_z^2 . Дальнейший счет для гипотезы проводится только в том случае, если

$$M_z^2 < \chi^2_{\text{доверит.}} \, , \qquad /23/$$

где $\chi^2_{\text{доверит.}}$ - константа, задаваемая программе.

§ 6. УРАВНЕНИЯ СВЯЗИ.

В геометрической программе импульс частицы может быть вычислен по кривизне трека или по видимому пробегу частицы. В первом случае в качестве параметра трека берется кривизна K , во втором - импульс P .

Второй параметр трека - угол β , третий - $q = tg\,\alpha$

Все уравнения связи записываются в двоякой форме в зависимости от способа вычисления импульса - через K или P .

Ниже приводятся уравнения связи для разных типов взаимодействий.

I. Все вторичные частицы зарегистрированы; среди них не более одного γ -кванта.

Этот случай описывается четырьмя уравнениями связи /законы сохранения энергии и импульса/

$$\begin{cases} f_1 = P_{1x} - \sum\limits_{i=2}^{n} P_{ix} & /24/ \\ f_2 = P_{1y} - \sum\limits_{i=2}^{n} P_{iy} & /25/ \\ f_3 = P_{1z} - \sum\limits_{i=2}^{n} P_{iz} & /26/ \\ f_4 = E_1 + E_0 - \sum\limits_{i=2}^{n} E_i & /27/ \end{cases}$$

или в более подробной записи

$$f_1 = A \cdot \frac{\cos\beta_1}{K_1} - \begin{cases} \sum\limits_{i=2}^{n} A \, \frac{\cos\beta_i}{K_i} \\ \sum\limits_{i=2}^{n} P_i \, \frac{\cos\beta_i}{\sqrt{1+q_i^2}} \end{cases} \qquad /28/$$

$$f_2 = A \cdot \frac{\sin\beta_1}{K_1} - \begin{cases} \sum\limits_{i=2}^{n} A \, \frac{\sin\beta_i}{K_i} \\ \sum\limits_{i=2}^{n} P_i \, \frac{\sin\beta_i}{\sqrt{1+q_i^2}} \end{cases} \qquad /29/$$

$$f_3 = A \, \frac{q_1}{K_1} - \begin{cases} \sum\limits_{i} A \cdot \frac{q_i}{K_i} \\ \sum\limits_{i} P_i \, \frac{q_i}{\sqrt{1+q_i^2}} \end{cases} \qquad /30/$$

$$f_4 = M_p + \sqrt{M_1^2 + A^2 \frac{(1+q_1^2)}{K_1^2}} - \begin{cases} \sum\limits_{i} \sqrt{M_i^2 + A^2 \left(\frac{1+q_i^2}{K_i^2}\right)} \\ \sum\limits_{i} \sqrt{M_i^2 + P_i^2} \end{cases} \qquad /31/$$

2. Все вторичные частицы зарегистрированы, среди них два γ -кванта. В этом случае один раз рассматривается система четырех уравнений, второй раз - система пяти уравнений

$$f_K = 0 \, , \quad K = 1, 2, 3, 4$$
$$f_5 = 0 \, , \qquad /32/$$

где

$$f_5 = (\bar{P}_{\gamma_1} + \bar{P}_{\gamma_2})^2 + M_{\pi^0}^2 - (P_{\gamma_1} + P_{\gamma_2})^2 \qquad /33/$$

или

$$f_5 = 2P_{\gamma_1}\cdot P_{\gamma_2}\left(1-\frac{\cos(\beta_{\gamma_1}-\beta_{\gamma_2})+q_{\gamma_1}\cdot q_{\gamma_2}}{\sqrt{(1+q_{\gamma_1}^2)(1+q_{\gamma_2}^2)}}\right)-M_{\pi^0}^2\ , \qquad /34/$$

что соответствует предположению, что γ -кванты возникли в процессе $\pi^0 \to 2\gamma$.

3. Есть одна незарегистрированная нейтральная частица, среди зарегистрированных нет γ -квантов или есть одна улетевшая частица, отличная от γ -кванта, а среди зарегистрированных есть один γ -квант.

Исключая из четырех уравнений сохранения импульса и энергии три неизвестные величины, получим одно уравнение

$$f_6 = 0 \qquad /35/$$

где

$$f_6 = E_1 + E_0 - \sum_{i=2}^{n} E_i - \sqrt{M_H^2 + (\vec{P}_1 - \sum_{i=2}^{n}\vec{P}_i)^2} =$$

$$= M_p + \sqrt{M_1^2 + A^2\left(\frac{1+q_1^2}{K_1^2}\right)} - \sqrt{M_H^2 + P_H^2} - \begin{cases} \sum_{i=2}^{n}\sqrt{M_i^2 + A^2\left(\frac{1+q_i^2}{K_i^2}\right)} \\ \sum_{i=2}^{n}\sqrt{M_i^2 + P_i^2} \end{cases} \qquad /36/$$

Здесь индекс „H" означает улетевшую нейтральную частицу,

$$P_H^2 = P_{Hx}^2 + P_{Hy}^2 + P_{Hz}^2\ , \qquad /37/$$

$P_{Hx} = f_1$

$P_{Hy} = f_2$

$P_{Hz} = f_3$ (см. (28), (29), (30))

4. Среди зарегистрированных частиц присутствует один γ -квант, и предполагается, что один γ -квант улетел.

Рассматриваются 2 набора систем:

$f_6 = 0$

и

$f_6 = 0$

$f_7 = 0$,

где

$$f_7 = [\vec{P}_\gamma + (\vec{P}_H - \sum\vec{P}_i)] + M_{\pi^0}^2 - [P_\gamma + |P_H - \sum P_i|]^2 =$$

$$= -2P_\gamma\left(\sqrt{f_1^2+f_2^2+f_3^2} - l_\gamma f_1 - m_\gamma f_2 - n_\gamma f_3\right) + M_{\pi^0}^2 . \qquad /38/$$

f_1, f_2, f_3 см. /28/, /29/, /30/.

5. Среди зарегистрированных частиц присутствуют два γ -кванта, и предполагается, что есть одна улетевшая частица, отличная от γ - кванта.

Рассматриваются системы:

$f_6 = 0$

и

$$\begin{cases} f_5 = 0 \\ f_6 = 0 \end{cases}$$

Во всех уравнениях масштабный множитель A полагается равным единице.

§ 7. ПРОВЕРКА ПРОГРАММЫ.

Для проверки программы 10-30 была использована программа ФОРС [7] , которая моделирует заданную реакцию и выдает полученные параметры частиц на стандартные перфокарты.

Моделировались реакции:

1. $\pi^- p \to \pi^- p$

2. $\pi^- p \rightarrow \Lambda^0 K^0 \gamma \gamma$

3. $\pi^- p \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^- \pi^- n$

Каждая реакция рассчитывалась

а/ один раз без учета ошибок параметров /точное удовлетворение законов сохранения/,

б/ сто раз с учетом ошибок.

В случае а/ счет по программе IO-30 дал точное /в пределах машинной точности/ удовлетворение уравнения

$$\chi^2_{\text{набл.}} = \min M_3^2 = 0$$

В случае б/ получены следующие результаты:

№№ пп	Реакция	Число урав- нений связи	$\overline{\chi^2_{\text{набл}}} = \overline{(\min M_3^2)}$ по IOO случаям	
			сосчитанное по IO-30	Ожидаемое
I	$\pi^- p \rightarrow \pi^- p$	4	4,285	4 ± 0,302
2	$\pi^- p \rightarrow \Lambda^0 K^0 \gamma \gamma$	4	4,304	4 ± 0,292
		5	5,103	5 ± 0,324
3	$\pi^- p \rightarrow \Lambda^0 K^0 \gamma (\gamma)$	I	0,994	I ± 0,144
		2	2,II6	2 ± 0,226
4	$\pi^- p \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^- \pi^- (n)$	I	0,787	I ± 0,142

Авторы выражают благодарность В.Е.Комоловой и В.Пеневу за помощь в проверке программы.

Л И Т Е Р А Т У Р А :

I. З.М.Иванченко, А.Ф.Лукъянцев, В.И.Мороз, А.Д.Макаренкова, Г.Н.Тентюкова
Препринт ОИЯИ, Р-2399, Дубна, I965 г.

2. И.Н.Силин
Препринт ОИЯИ, II-3362, Дубна, I967 г.

3. Н.Ф.Маркова, В.И.Мороз, В.И.Никитина, А.П.Стельмах, Г.Н.Тентюкова
Препринт ОИЯИ, РIО-3768, Дубна, I968 г.

4. А.Ф.Лукъянцев, В.И.Мороз, В.И.Никитина, Б.А.Шахбазян
Препринт ОИЯИ, Р-I982, Дубна, I965 г.

5. В.И.Мороз
Препринт ОИЯИ, Р-I958, Дубна, I965 г.

6. Е.П.Жидков, А.Ф.Лукъянцев
Препринт ОИЯИ, Р-I988, Дубна, I965 г.

7. В.Е.Комолова, Г.И.Копылов
Препринт ОИЯИ, Р-2027, Дубна, I965 г.

Рукопись поступила в издательский отдел
I6 июля I968 года.

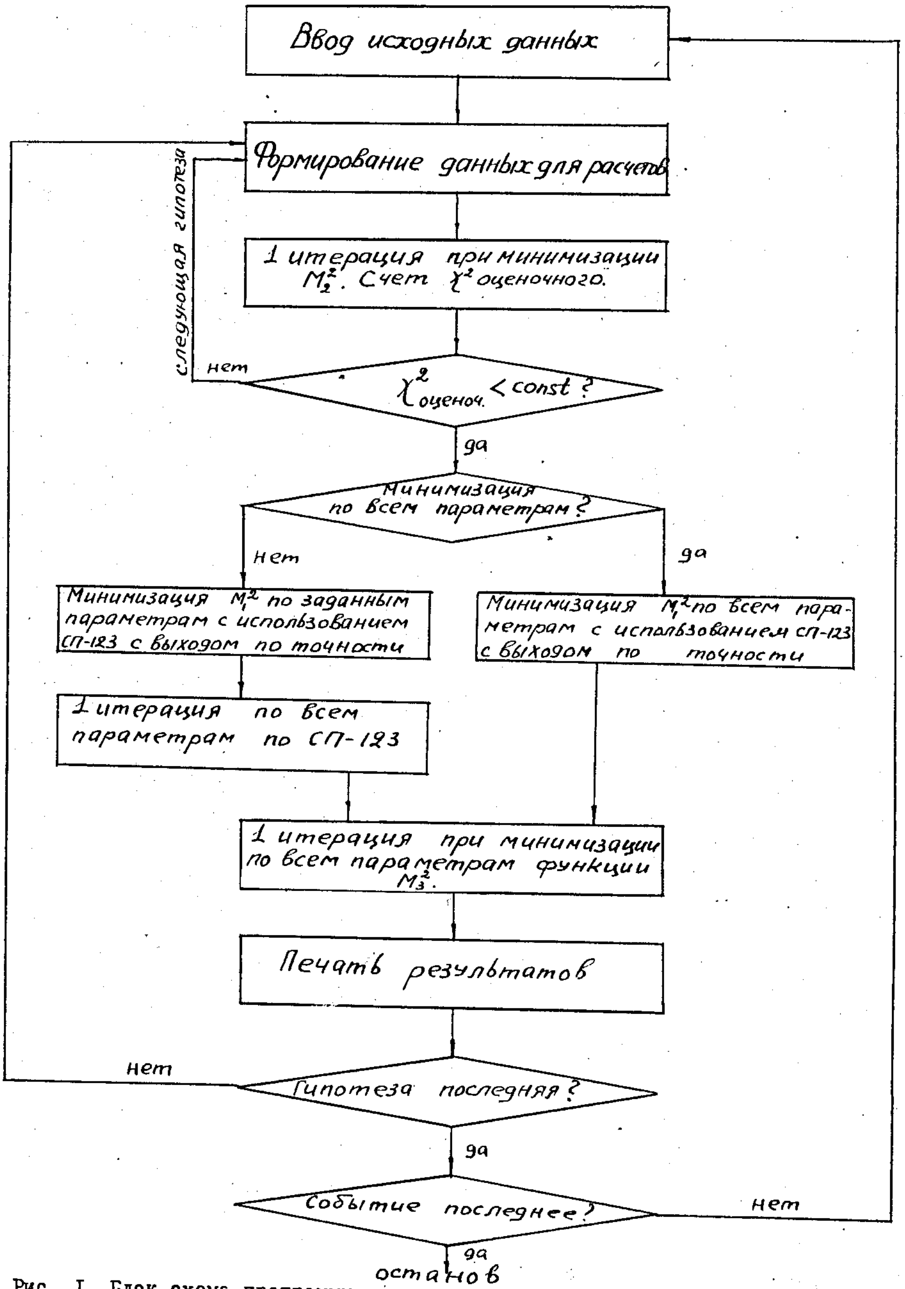

Рис. I. Блок-схема программы.