

7540 + 344.1g

Болонкин Б.В.

+

Б-794

Б1-10-4265.

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория ядерных проблем

Б.В.Болонкин^{*}, В.Б.Виноградов, Г.В.Давиденко^{*}

Б1-10-4265

с. ф. 2370

НОВЫЙ ВАРИАНТ
ПРОГРАММЫ ОБРАБОТКИ СОБЫТИЙ
ФРЕОНОВОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЫ
(ПРОГРАММА 0-99)

13 января 69

г.Дубна, 1968 год

* Сотрудники Института Теоретической и Экспериментальной
Физики, г.Москва.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

- § 1. Маркировка события
- § 2. Обработка треков, направленных под малым углом к базе.
- § 3. Определение P, φ, λ треков из функционала с матрицей многократного рассеяния.
- § 4. Изменения в блоке идентификации V^0 - частиц.
- § 5. Процедура обработки γ -квантов.
- § 6. Усовершенствование блока эффективных масс.
- § 7. Вывод на печать характеристик события.
- § 8. Техническое описание программы 0-99.

ВВЕДЕНИЕ

В процессе эксплуатации программы 0-9^I/I для обработки событий с 200-литровой фреоновой пузырьковой камеры был выявлен ряд ее существенных недостатков, не позволявших проанализировать ~ 30% событий. В этих событиях присутствовали треки, идущие под малым углом по отношению к базе, треки с малой проекцией на пленке (например, остановки или треки с большим глубинным углом) и треки малоэнергичных частиц, претерпевающих большое многократное рассеяние.

Устранение этих и более мелких недостатков привело к следующему изменению программы:

а) в геометрической части программы добавлен блок, дающий возможность определять кинематические параметры треков, идущих под малым углом к базе, без восстановления пространственных координат, путем минимизации функционала на пленке;

б) кинематические параметры остальных треков определяются с использованием матрицы многократного рассеяния;

в) учитываются ионизационные потери частиц;

г) возможно определение импульса по пробегу;

д) изменена процедура обработки γ - квантов;

е) добавлен контроль за сходимостью итерационного процесса в блоке идентификации V^0 -частиц;

ж) в блоке эффективных масс считаются комбинации до 6 частиц;

з) изменена выдача на печать, что позволяет упростить и ускорить анализ событий после обсчета на ЭВМ.

Обработка событий по новому варианту программы построена таким образом, что предварительно должна быть произведена маркировка события, т.е. определены тип события, природа каждого трека и особенность его обработки.

§ I. Маркировка события

а) Тип события представляет собой четырехзначное число α

$$\alpha = \begin{cases} 1 - \text{квазипротонное} & \text{тип первичного} \\ 2 - \text{квазинейтронное} & \text{взаимодействия} \\ 3 - \text{ядерное}^* \end{cases}$$

* Квазипротонное - событие без видимого развала ядра (отсутствуют протоны испарения), четное число лучей, сумма зарядов равна 0.

Квазинейтронное - то же, что и раньше, по число лучей нечетное и сумма зарядов равна - 1.

Ядерные - остальные.

β - число заряженных треков в звезде;

γ - число V^0 -частиц в событии;

δ - число γ -квантов в событии.

Например, I2I2 - двухлучевая звезда, $V^0 2\gamma$;
квазипротонное событие.

Тип события впечатывается в каждую комбинацию эффективных масс и позволяет производить статистическую обработку (например, построение спектров какого-либо класса событий), используя только выдачу блока эффективных масс;

б) Природа трека кодируется следующим образом:

Π^+ -мезон - 1, протон - 2, e^\pm - 3, Π^+ -мезон или протон - 4,
 Π -мезон-остановка - 5, Протон - Остановка - 6.

в) Если число, обозначающее природу трека, помечено 45 разрядом, то кинематические параметры данного трека определяются путем минимизации на пленке.

§ 2. Обработка треков, направленных под малым углом к базе

Для треков или кусков трека с малым азимутальным углом φ^* не удастся восстановить пространственные координаты с необходимой точностью^{**}. Например, при $|\varphi| < 20^\circ$ точность по крайней мере в 3 раза хуже допустимой^{1/2}.

* Ось X, от которой отсчитывается угол φ направлена вдоль линии, соединяющей центры объективов (вдоль базы съёмки).

** Как показывает опыт, в нашем случае $\sim 20\%$ треков имеют малый азимутальный угол.

Кроме того, возникают трудности с восстановлением пространственных координат для треков с малой проекцией, например, останавливающихся в камере или идущих под Большим глубинным углом λ к горизонтальной плоскости.

Для того, чтобы обработать подобные треки мы включили в программу 0-99 стандартную программу определения кинематических параметров трека по проекциям на пленке без восстановления пространственных координат.

В этой программе методом наименьших квадратов определяются параметры $k, \varphi, \operatorname{tg} \lambda$ такой винтовой линии, проекции которой на плоскость пленки наилучшим образом согласуются с измеренными координатами проекций трека.

Для этого с помощью стандартной программы для решения задач методом наименьших квадратов^{/4/} по параметрам $k, \varphi, \operatorname{tg} \lambda$ минимизируется функционал (2-1):

$$M = \sum_{i=1}^{n_l} \ell_{li}^2 + \sum_{i=1}^{n_p} \ell_{pi}^2, \text{ где} \quad (2-1)$$

$$\ell_{l,pi}^2 = (x_{l,pi}^3 - x_{l,pi}^T)^2 + (y_{l,pi}^3 - y_{l,pi}^T)^2 - \text{расстояние} \quad (2-2)$$

от измеренных точек трека, до теоретических кривых (x^T, y^T) (формула 2-3), являющихся проекциями винтовой линии (2-4) на пленку.

n_l, n_p - число точек, измеренных на левом и правом снимках.

$$\left. \begin{aligned} x_{l,pi}^T &= \frac{X_i - B_{l,p}}{Z_i \cdot k_{l,p} \psi_{l,p} + k_{l,p} \cdot \psi_{l,p}} \\ y_{l,pi}^T &= \frac{Y_i}{Z_i \cdot k_{l,p} \cdot \psi_{l,p} + k_{l,p} \cdot \psi_{l,p}} \end{aligned} \right\} \quad (2-3)$$

$$\left. \begin{aligned} X_i &= \frac{1}{k} \sin(k s_i + \varphi) - \frac{1}{k} \sin \varphi + X_1 \\ Y_i &= -\frac{1}{k} \cos(k s_i + \varphi) + \frac{1}{k} \cos \varphi + Y_1 \\ Z_i &= s_i \cdot \operatorname{tg} \lambda + Z_1 \end{aligned} \right\} \quad (2-4)$$

В формуле (2-3) $k\psi$ и $k_1\psi_1$ равны:

$$\left. \begin{aligned} k\psi &= k(1 + \alpha_1 \cdot r^2 + \alpha_2 \cdot r^4) \\ k_1\psi_1 &= k_1(1 + \beta_1 \cdot r^2 + \beta_2 \cdot r^4) \\ r &= \sqrt{x^2 + y^2} \end{aligned} \right\} \quad (2-5)$$

$B_{\lambda, n}; k_{\lambda, n}; \alpha_{1\lambda, n}; \alpha_{2\lambda, n}; k_{1\lambda, n}; \beta_{1\lambda, n}; \beta_{2\lambda, n}$ -

параметры оптической системы камеры /I/.

Поскольку в функционал (2-1) $k, \varphi, \operatorname{tg} \lambda$ входят нелинейным образом, то для нахождения минимума M устраивается итерационный процесс, для которого необходимы начальные значения $k^0, \varphi^0, \operatorname{tg} \lambda^0$.

Мы определяем $k^0, \varphi^0, \operatorname{tg} \lambda^0$ следующим образом:

а) Начальное приближение k^0 мы вычисляем по формуле (2-6):

$$k^0 = \frac{1}{m \cdot \frac{r_{\lambda} + r_n}{2}} \quad (2-6)$$

$m = 18$ - средний коэффициент уменьшения от камеры к пленке.

r_{λ}, r_n - радиусы окружностей, проходящих через первую, среднюю и конечную точки проекций трека на левой и правой пленках, соответственно. Они вычисляются по формулам (2-7):

$$r^2 = (x_{cp} - x_y)^2 + (y_{cp} - y_y)^2$$

$$x_y = \frac{E}{2\Delta} ; \quad y_y = \frac{F}{2\Delta} ;$$

$$\Delta = (x_1 - x_k)(y_k - y_{cp}) - (x_k - x_{cp})(y_1 - y_k)$$

$$E = C \cdot (y_k - y_{cp}) - D \cdot (y_1 - y_k)$$

$$F = D(x_1 - x_k) - C \cdot (x_k - x_{cp}) \quad (2-7)$$

$$C = (x_1^2 + y_1^2) - (x_k^2 + y_k^2)$$

$$D = (x_k^2 + y_k^2) - (x_{cp}^2 + y_{cp}^2)$$

Индексы 1, cp, k - относятся к первой, средней и конечной точкам трека.

б) φ° и $tg\lambda^\circ$ для неэлектронных треков вычисляются по формулам (2-8):

$$\left. \begin{aligned} tg\lambda^\circ &= 0 & \varphi^\circ &= \frac{\varphi_1 + \varphi_n}{2} \\ \sin \varphi_{1,n} &= \frac{y_{1,n} - y_{y_{1,n}}}{r_{1,n}} ; & \cos \varphi_{1,n} &= \frac{x_{1,n} - x_{x_{1,n}}}{r_{1,n}} \end{aligned} \right\} \quad (2-8)$$

в) В случае электронных (позитронных) треков, происшедших в результате конверсии γ -кванта, в качестве φ° и $tg\lambda^\circ$ берется направление полета γ -кванта, вычисляемое по двум точкам по формулам (2-9):

$$\left. \begin{aligned} tg\lambda^\circ &= \frac{n}{\sqrt{1-n^2}} ; & \sin \varphi^\circ &= \frac{m}{\sqrt{1-n^2}} ; & \cos \varphi^\circ &= \frac{\ell}{\sqrt{1-n^2}} ; \\ \ell &= \frac{x_\gamma - x_1}{Z} ; & m &= \frac{y_\gamma - y_1}{Z} ; & n &= \frac{z_\gamma - z_1}{Z} \\ Z &= [(x_\gamma - x_1)^2 + (y_\gamma - y_1)^2 + (z_\gamma - z_1)^2]^{1/2} \end{aligned} \right\} \quad (2-9)$$

Индекс I , γ относятся к точке взаимодействия (I) и к точке конверсии γ -кванта (γ).

г). Кроме того, необходимо задать шаг Δs° , с которым будут вычисляться X_i, Y_i, Z_i и соответственно x_i^T, y_i^T в формулах (2-3) и (2-4) $s_i = s_{i-1} + \Delta s^\circ$:

$$\Delta s^\circ = \frac{Z_{TP}}{20} = \frac{R}{10} \arcsin \frac{Z_{корг}}{2R} ;$$

$$Z_{корг} = \frac{\ell_n + \ell_n}{2} ; \quad R = \frac{r_n + r_n}{2} \cdot m ; \quad (2-10)$$

$$\ell_{n,n} = [(x_{1n,n} - x_{kn,n})^2 + (y_{1n,n} - y_{kn,n})^2]^{1/2}$$

д) Для того, чтобы трек был обработан по данному блоку, он должен быть помечен признаком в информационных перфокартах (45 разряд). Время обработки одного трека таким способом в 3-4 раза превышает обычный способ и составляет 30-60 сек

е) Полученный импульс корректируется на ионизационные и радиационные потери (см. § 3), а к ошибкам в P, φ и λ добавляются ошибки из-за многократного рассеяния и тормозного излучения подобно /1/.

§ 3. Определение P, φ, λ треков из функционала с матрицей многократного рассеяния

В программе 0-9 координаты точек предполагались равновесными и P, φ, λ трека находились при аппроксимации координат винтовой линией.

Из-за этого ошибки в φ и λ особенно для малоэнергичных треков, достигали большой величины. (Например, для электронов с импульсом ~ 30 Мэв/с при измерении на длине ~ 10 см $\Delta\varphi \sim 13^\circ$). За счет определения φ и λ из функционала с матрицей многократного рассеяния для координат /6/ удается уменьшить ошибки в φ и λ (в благоприятных случаях в 2-2,5 раза).

В программе 0-99 P и φ определяются при минимизации функционала:

$$\chi^2 = \sum_{n,m=1}^N (X'_n - a Y_n'^2 - c) S_{nm}^{-1}(X', Y') (X'_m - a Y_m'^2 - c) \quad (3-1)$$

где

N - число измеренных точек на треке.

Координаты X'_i, Y'_i, Z'_i связаны с обычными координатами трека /1/ X_i, Y_i, Z_i формулами:

$$\begin{aligned} X'_i &= (X_i - X_{cp}) \cdot \cos \varphi + (Y_i - Y_{cp}) \cdot \sin \varphi \\ Y'_i &= -(X_i - X_{cp}) \cdot \sin \varphi + (Y_i - Y_{cp}) \cdot \cos \varphi \\ Z'_i &= Z_i \end{aligned} \quad (3-2)$$

$$\sin \varphi = \frac{X_1 - X_N}{\ell_{1N}}; \quad \cos \varphi = \frac{Y_N - Y_1}{\ell_{1N}}; \quad X_{cp} = \frac{X_1 + X_N}{2}; \quad Y_{cp} = \frac{Y_1 + Y_N}{2};$$

$$\ell_{1N} = [(X_1 - X_N)^2 + (Y_1 - Y_N)^2]^{1/2}.$$

a и c - коэффициенты параболы $X' = a Y'^2 + c$, аппроксимирующей проекцию трека на плоскости $X'OY'$.

$S_{nm}^{-1}(X', Y')$ - весовая матрица координат, обратная к матрице ошибок

$$S_{nm} = F_{nm} + \delta_{nm} \cdot \delta_{nm}^2(X, Y) \quad (3-3)$$

δ_{nm} - матрице ошибок измерения координат с диагональными членами $\delta_{mm}(X, Y) = 0.3$ мм.

$$\delta_{nm} = \begin{cases} 1 & n=m \\ 0 & n \neq m \end{cases}$$

F_{nm} - матрица многократного рассеяния

$$F_{nm} = \frac{1}{2\omega^2} \cdot \left[\frac{4}{3} \sum_{k=2}^N t_{k-1,k}^3 \cdot \left(1 + \frac{3}{2} \frac{t_{k,n} + t_{k,m}}{t_{k-1,k}} + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{9}{4} \frac{t_{k,n} \cdot t_{k,m}}{t_{k-1,k}^2} \right) + \sum_{k=2}^N t_{k-1,k} \cdot t_{k,n} \cdot t_{k,m} \right]; \quad (3-4)$$

$$\frac{1}{\omega} = \frac{E_s}{2P^0 \beta \cdot \sqrt{X_0}}; \quad \beta = \frac{P^0}{(P^{0^2} + M^2)^{1/2}}; \quad E_s = 21.2 \text{ МэВ}$$

$$t_{k-1,k} = [(X'_{k-1} - X'_k)^2 + (Y'_{k-1} - Y'_k)^2 + (Z'_{k-1} - Z'_k)^2]^{1/2}$$

расстояние между точками $k-1$ и k .

X_0 - радиационная длина (см)

M - масса частицы (МэВ)

Начальное приближение импульса P^0 определяется по формуле:

$$P^0 = 300 \cdot H_{cp} \cdot \frac{(1 + \alpha_2^2)^{3/2}}{2\alpha_3} [1 + \alpha_3^2 \cdot (1 + \alpha_2^2)^{-1}]^{1/2} \quad (3-6)$$

где

H_{cp} - магнитное поле в середине трека,

Коэффициенты $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$ определяются методом наименьших квадратов при аппроксимации кривой (3-7) равновесных координат трека

$$\begin{cases} X' = \alpha_1 + \alpha_2 \cdot Y' + \alpha_3 \cdot Y'^2 \\ Z' = \alpha_4 + \alpha_5 \cdot Y' \end{cases} \quad (3-7)$$

$tg \lambda$ определяется при минимизации функционала:

$$\chi_2^2 = \sum_{n,m=1}^N (Z_n - Z_0 - tg \lambda \cdot R \cdot \varphi_n) \cdot S_{nm}^{-1}(Z) (Z_m - Z_0 - tg \lambda \cdot R \cdot \varphi_m) \quad (3-8)$$

$$\varphi_n = \arcsin \frac{Y_n'}{R+c}; \quad R = \frac{1}{2a};$$

a и c — определены из функционала χ_1^2 .

$$\delta_{mm}(Z) = 1,5 \text{ мм}$$

Импульс трека вычисляется по формуле

$$P^{(1)} = 300 \frac{R \cdot H_{cp}}{\cos \lambda}.$$

Далее импульс корректируется на ионизационные потери с помощью таблицы пробег — импульс $P = f(Z)$ и $R = \varphi(P)$

$$P^{(2)} = f\left(\varphi(P^{(1)}) + \frac{Z}{2}\right). \quad (3-9)$$

Z — длина трека

Импульсы электронов, кроме того, корректируются на радиационные потери по формуле (3-10)^{/1/}:

$$P_e = P^{(2)} \cdot (1 + c_e \cdot Z) \quad (3-10)$$

Константа $c_e = 0.014$ выбрана из предположения, что измерения производятся на части трека, на которой уменьшение импульса электрона не превышает 30%.

§ 4. Изменения в блоке идентификации V^0 - частиц

В этом блоке^{/7/} введен контроль за итерационным процессом при минимизации χ^2 .

Если $F^{v+1} \gg F^v$, то $m^{v+1} \leftarrow \frac{m^v + m^{v+1}}{2}$

где v - номер итерации

$F = \sum_{i=1}^4 |f_i|$ - сумма уравнений связи (законов сохранения)

$m = (k_1, \varphi_1, \text{tg} \lambda_1, k_2, \varphi_2, \text{tg} \lambda_2, \varphi_0, \text{tg} \lambda_0)$ - вектор измеренных величин

Благодаря этому уменьшилась доля событий с V^0 - частицами, в которых итерационный процесс при минимизации функционала χ^2 не сходиллся.

§ 5. Процедура обработки γ -квантов

Введение признаков треков позволило обрабатывать γ -квант, не как V^0 -частицу^{/7/}, а более простым способом^{/8/}.

Угловые характеристики γ -кванта вычисляются как взвешенные величины трех измеренных переменных:

$$\varphi_{0\gamma} = \sum_{i=0}^2 \varphi_i \cdot W_{\varphi_i} / \sum_{i=0}^2 W_{\varphi_i}; \quad \Delta \varphi_{0\gamma} = 1 / \sqrt{\sum_{i=0}^2 W_{\varphi_i}};$$

$$\lambda_{0\gamma} = \sum_{i=0}^2 \lambda_i \cdot W_{\lambda_i} / \sum_{i=0}^2 W_{\lambda_i}; \quad \Delta \lambda_{0\gamma} = 1 / \sqrt{\sum_{i=0}^2 W_{\lambda_i}};$$

где

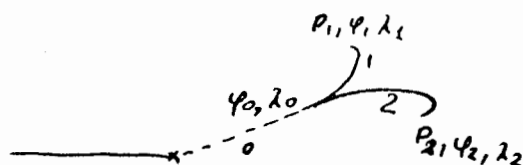
$W_i = \frac{1}{\delta_i^2}$ - вес, δ_i - ошибка измерения;

$i=0$ -нейтральный трек; φ_0, λ_0 вычисляются по двум точкам (рождения и конверсии)^{/7/}.

индексы =1 - электрон

2 - позитрон

$$\rho_{0\gamma} = \frac{\sum_{i=1}^2 \rho_i \cdot \cos \lambda_i}{\cos \lambda_{0\gamma}} ;$$



Принадлежность γ -кванта звезде определяется критерием:

$$|\varphi_0 - \varphi_\gamma| \leq 3 \delta(\varphi_0 - \varphi_\gamma)$$

$$|\lambda_0 - \lambda_\gamma| \leq 3 \delta(\lambda_0 - \lambda_\gamma) , \text{ где}$$

$$\delta(\varphi_0 - \varphi_\gamma) = [(\Delta\varphi_0)^2 + (\Delta\varphi_\gamma)^2]^{1/2}$$

$$\delta(\lambda_0 - \lambda_\gamma) = [(\Delta\lambda_0)^2 + (\Delta\lambda_\gamma)^2]^{1/2}$$

φ_0, λ_0 - углы нейтрального трека

$$\varphi_\gamma = \frac{\sum_{i=1}^2 \varphi_i W_{\varphi_i}}{\sum_{i=1}^2 W_{\varphi_i}} ;$$

- направление электронно-позитронной пары

$$\lambda_\gamma = \frac{\sum_{i=1}^2 \lambda_i \cdot W_{\lambda_i}}{\sum_{i=1}^2 W_{\lambda_i}} ;$$

§ 6. Блок эффективных масс

Новый блок эффективных масс дает возможность вычислять эффективные массы любых комбинаций от 2-х до 6 частиц $(\rho, \pi^\pm, \Lambda^0, K^0, \gamma)$ для каждого события (максимальное число частиц = 15).

При этом на каждую комбинацию печатается 34 величины. Из них 1-13 и 34 являются заголовками комбинации и события. Комбинация имеет номер спектра, в которой она будет включена в соответствии с маркировкой частиц

(34 строка)

Λ^0 - 7	P-2
K^0 - 8	π^+ -3
γ - 9	π^- -4

Тогда $\pi^+\pi^-$ - 34; $\gamma\gamma$ -99; 3γ -999; $\Lambda 2\gamma$ -799 и т.д.

Эти величины выданы для того, чтобы можно было работать с комбинацией независимо от рисунка и остальной выдачей на событие.

В 4-5 находится информация о природе заряженных треков, введенной в ЭВМ в виде УПК. На каждый трек отведено одно число.

В 6 строчке печатается информация о результатах идентификации V^0 - частиц в событии, согласно следующей маркировке:

K^0 -1, Λ^0 -2, нет / -3 -по числу итераций
идент / -4 -по χ^2

В 7 строчке печатается информация о принадлежности обработанных γ - квантов звезде:

- 1 - смотрит по φ и λ .
- 2 - не смотрит по φ .
- 3 - не смотрит по λ
- 4 - не смотрит по φ и λ

Далее печатаются величины вместе с ошибками: $M^2, M, E, M, P, \varphi, \lambda, \cos \theta_\pi$ (θ_π - угол между импульсом комбинации и первичным импульсом); $\cos \theta_\pi^*$ (θ_π^* - то же в системе центра масс π^-N), P^* , W -вес комбинации, $\#$ спектра.

§ 7. Вывод на печать характеристик события*

а) Печать заголовка события.

- | | | |
|-----------------|---------|---------------------------------------|
| 1. № пленки | № кадра | () |
| 2. 0 | 0 | № зоны |
| 3. дата обсчета | | |
| 1. тип события | | |
| 2. | } | природа каждого обрабатываемого трека |
| . | | |
| . | | |
| . | | |
| 16. | | |

б) Выдача на печать для трека

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1. $N_{пл}, N_{кадра}, N_{зоны}$ | |
| 2. признак трека | |
| 3. № трека | |
| 4. Р | } импульс и ошибка |
| 5. ΔR | |
| 6. $\Delta R/R$ | относительная ошибка радиуса кривизны |
| 7. ℓ | } направляющие косинусы |
| 8. m | |
| 9. n | |
| 10. X_1 | } координаты первой точки трека |
| 11. Y_1 | |
| 12. Z_1 | |
| 13. $N_{тр}$ | Число точек в треке |

* Признаки браковки события и треков не изменились (см. /I/).

14. X_K	}	координаты последней точки трека
15. Y_K		
16. Z_K		
17. φ°	}	азимутальный угол
18. $\Delta\varphi^\circ$		
19. λ°	}	глубинный угол
20. $\Delta\lambda^\circ$		
21. R		-радиус кривизны
22. L		-длина трека
23. L_x		-длина проекции трека на плоскость XOY
24. $\frac{\Delta P}{P} \%$		-относительная ошибка импульса.

в) Выдача на печать для γ -кванта.

1. O		- признак частицы
2. P	}	- импульс, азимутальный и глубинный углы с ошибками
3. ΔP		
4. φ°		
5. $\Delta\varphi^\circ$		
6. λ°		
7. $\Delta\lambda^\circ$	}	- критерии принадлежности к звезде
8. $\varphi_0 - \varphi_\gamma$		
9. $\Delta(\varphi_0 - \varphi_\gamma)$		
10. $\lambda_0 - \lambda_\gamma$		
11. $\Delta(\lambda_0 - \lambda_\gamma)$		
12. L_γ		- пролетная длина γ - кванта
13. W		- вес "
14. V		- вероятность конверсии "
15. Z_{pot}		- потенциальная длина "

- | | | |
|--------------------------------------|---|--|
| 16. $\cos \theta_{\pi}$ | } | угловые и импульсные характеристики
γ -кванта в лабораторной системе и
системе центра масс π^-N |
| 17. $\Delta \cos \theta_{\pi}$ | | |
| 18. p^* | | |
| 19. Δp^* | | |
| 20. $\cos \theta^*$ | | |
| 21. $\Delta \cos \theta^*$ | } | угол разлета электрона и
позитрона |
| 22. θ_{+-} | | |
| 23. $\Delta \theta_{+-}$ | | |
| 24. $\Delta p/p \%$ | | относительная ошибка импульса |
| 25. $\Delta \theta_{+-}/\theta_{+-}$ | | |

1. тип события
2. признак принадлежности γ -кванта к звезде.

г) Выдача на печать для V^0 -частицы

- | | | |
|------------------------------|---|-----------------------------|
| 1. № пленки, № кадра, № зоны | } | заголовок
V^0 -частицы |
| 2. i - трек | | |
| 3. $i+1$ - трек | | |
| 4. дата обсчета | | |

II

1. M_{fit} - масса подбираемой гипотезы
 Λ - гиперона или K^0 - мезона
 2. p
 3. Δp
 4. φ
 5. $\Delta \varphi$
 6. λ
 7. $\Delta \lambda$
 8. $\cos \theta$
- импульс, азимутальный и глубинный угол
с ошибками V^0 -частицы в системе,
координат камеры.

- 9. $\Delta \cos \theta$
- 10. P^*
- 11. ΔP^*
- 12. $\cos \theta^*$
- 13. $\Delta \cos \theta^*$

угловые и импульсные характеристики
 V^0 - частицы в лабораторной системе
 и системе центра масс π^-N

- 14. α
- 15. P^+
- 16. $\cos \theta^+$

характеристики V^0 - частицы, полезные
 для статического разделения между Λ^0 и K^0

- 17. Z_{pot}
- 18. V
- 19. W

весовые характеристики - потенциальная
 длина, вероятность и вес.

III.

- 1. χ^2
- 2. χ^2_1
- .
- .
- .
- 9. χ^2_8

парциальные
 потенциальные вклады в χ^2

10. число итераций

- 11. M_s
- 12. ΔM_s

эффективная масса треков,
 образующих V^0

- 13. θ_v
- 14. $\Delta \theta_v$
- 15. η
- 16. $\Delta \eta$

характеристики, принадлежащие
 V^0 - частицы к звезде:
 θ_v - угол между суммарным импульсом и направле-
 нием полета V^0
 η - угол некомпланарности

- 17. θ_{+-}
- 18. $\Delta \theta_{+-}$

- угол разлета + и - треков

19. Z_{AB}

-пролетная длина V^0 - частицы

Выдача II производится только в случае идентификации V^0 -частицы ($\chi^2 < 13$).

г). Выдача на печать комбинации эффективной массы

1. № пл., № к, № зоны
2. тип события
3. число частиц в комбинации
4. } геом. информация о природе
5. } заряженных частиц
6. информация о V^0 - частицах в событии
7. " о χ - квантах " "
8. }
9. }
10. }
11. } номера и природа частиц в комбинации.
12. }
13. }
14. M
15. ΔM
16. P
17. ΔP
18. φ
19. $\Delta \varphi$
20. λ
21. $\Delta \lambda$

кинемат. характеристики комбинации
в системе камеры.

22. M^2
 23. $\ln M$
 24. $\Delta \ln M$
 25. θ }
 26. $\Delta \theta$ } угол разлета 2-х частиц
 27. $\cos \theta_{\pi}$ }
 28. $\Delta \cos \theta_{\pi}$ } θ_{π} - угол между направлением импульса комбинации
 и первичным треком в лаб. системе.
 29. ρ^* }
 30. $\Delta \rho^*$ }
 31. $\cos \theta_{\pi}^*$ }
 32. $\Delta \cos \theta_{\pi}^*$ } - характеристики комбинации в с.ц.и. $\pi^- N$
 33. W - вес
 34. № спектра

§ 8. Техническое описание программы 0-99

а) Распределение памяти магнитных барабанов (МБ)

	№ ячеек МБ	Содержание
I.	4	- ^{обсчитываемой} обеспечиваемой № зоны магнитной ленты.
2.	6-24	- тип события и признаки треков (ИПК)
3.	30-45	- характеристики I-го трека
4.	100-1246	- измерения
5.	1301-1310	- $M \rightarrow \pi \pi - 1$
6.	1313-1340	- $M \rightarrow \pi \pi - 2$
7.	1345-2165	- $M \rightarrow \pi \pi - 3$
8.	2200-3330	- СП-160
9.	3400-3512	- СП-116
10.	3514-4653	- СП-56
II.	5400-5770	- <i>fit</i> ₈

12. 6125-6174 - константы $fit(V^\circ\gamma)$
13. 6200-7750 - $fit V^\circ$

МБ-I

1. 100-2000 - xf_n, xf_n, yf_n, yf_n - координаты точек
треков, обсчитываемых
по СП-56.
2. 2001-2141 - СП-55
3. 2203-2303 - подготовка к $fit(V\gamma)$
4. 2500-3400 - результаты геометрии
5. 3501-3641 - СП-60
6. 3701-4351 - СП-57
7. 6042-6651 - $map-4$
8. 6700-7251 - СП-50
9. 7300-7600 - $print fit V^\circ$

МБ - 2

1. 116-632 - СП-51
2. 751-1164 - СП-54
3. 13-50-1624 - УП-2
4. 1630-2177 - упр. $fit(V\gamma)$
5. 3000-3267 - константы геометрии
6. 3300-5077 - УП-1
7. 5100-5444 - УП-3
8. 5770-6010 - блок обновления геометрии
9. 6025-6355 - СП-165
10. 6400-7123 - СП-61

Стандартные программы от СП-0050 до СП-0I65 выполняют следующие функции:

- СП-0050 - Проверяет качество измерения реперных крестов и находит коэффициенты преобразования от m - к f - системе.
- СП-005I - Осуществляет преобразование координат треков $m \rightarrow f$ и управляет восстановлением пространственных координат.
- СП-0054 - Выполняет зачеркивание неверных измерений по признакам зачеркивания.
- СП-0055 - Выбирает константы геометрии из таблицы констант.
- СП-0056 - Определяет кинематические параметры треков минимизацией функционала на пленке.
- СП-0057 - Проверяет качество измерения трека на пленке путем подгонки кривой 4-го порядка.
- СП-0060 - Проверка пробивки на четность.
- СП-006I - Восстанавливает координаты треков в пространстве.
- СП-0II6 - находит параметры параболы для СП-I60
- СП-0I60 - находит кинематические параметры трека путем аппроксимации параболой с матрицей многократного рассеяния.
- СП-0I65 - Выбрасывает плохо восстановленные координаты в пространстве.

б). Работа блока вычисления эффективных масс ($M_{эфф}$)

Блок эффективных масс располагается в оперативном запоминающем устройстве (МОЗУ) ЭВМ в ячейках I450-3067. Он состоит из трех частей: блока подготовки, арифметического блока и логики обсчета комбинаций.

Задачей блока подготовки является пересылка треков звезды, идентифицированных V^0 -частиц и γ -квантов на рабочее место (30I-660 ячейки), приведение их к виду $M^2, P, \varphi, \lambda, \Delta P^2, \Delta \varphi^2, \Delta \lambda^2, W$ и настройке программы на их суммарное количество.

В арифметическом блоке производятся вычисления эффективной массы, импульса, углов и других величин для 2-х частиц, одна из которых может уже являться комбинацией других. Вычисления производятся по формулам: (индексы I, 2, 3, Π обозначают соответственно I, 2 - частицы, их сумму и первичный Π -мезон)

$$\left. \begin{aligned} P_{x3} &= P_1 \ell_1 + P_2 \ell_2 \\ P_{y3} &= P_1 m_1 + P_2 m_2 \\ P_{z3} &= P_1 n_1 + P_2 n_2 \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{проекция суммарного импульса} \\ P_3 \text{ на оси } X, Y, Z. \end{array}$$

$$P_3 = (P_{x3}^2 + P_{y3}^2 + P_{z3}^2)^{1/2}; \quad E_3 = (P_1^2 + M_1^2)^{1/2} + (P_2^2 + M_2^2)^{1/2};$$

$$M_3^2 = E_3^2 - P_3^2; \quad \ell_3 = \frac{P_{x3}}{P_3}; \quad m_3 = \frac{P_{y3}}{P_3}; \quad n_3 = \frac{P_{z3}}{P_3}.$$

$$\lambda_3 = \arcsin n_3; \quad \cos \varphi_3 = \frac{\ell_3}{\cos \lambda_3}; \quad \sin \varphi_3 = \frac{m_3}{\cos \lambda_3};$$

$$\theta_{12} = \arccos (\ell_1 \ell_2 + m_1 m_2 + n_1 n_2);$$

$$\cos \theta_{\pi} = \ell_3 \cdot \ell_{\pi} + m_3 \cdot m_{\pi} + n_3 \cdot n_{\pi}.$$

$$\left. \begin{aligned} P_z^* &= \gamma \cdot \cos \theta_\pi \cdot P_z + \eta \cdot E_z \\ P_t^* &= P_z \cdot \sin \theta_\pi \\ P^* &= (P_z^{*2} + P_t^{*2})^{1/2} \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{продольная и поперечная компоненты} \\ \text{суммарного импульса в системе центра} \\ \text{инерции } nN', \text{ где} \end{array}$$

$$\cos \theta_\pi^* = P_z^* / P^* ;$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^2}} = 1.51 ; \quad \eta = \gamma \beta = 1.131 ; \quad \beta = \frac{P_\pi}{(M_\pi^2 + P_\pi^2)^{1/2} + M_p} = 0.749$$

$W = W_1 \cdot W_2$ - вес комбинации

Задачей логики обшета комбинаций является составление комбинаций всех частиц по 2, 3, 4, 5 и 6. Рассмотрим работу блока на примере 8 частиц. Пусть частицы перенумерованы 1, 2, 3, 8. Из рабочего массива 30I-660 ячейки по регистру адреса (РА=0) выбирается первая частица и запасается в ячейках I300-I320. По РА=30 выбирается 2-я частица и комбинируется с 1-й (I2).

Полученная комбинация запасается в ячейках I020-I100 и комбинируется с 3-й. Таким образом, получается последовательность комбинаций: I2, I23, I234, I2345, I23456, когда число частиц в комбинации достигает шести, то запасаения не происходят, а начинается перебор 6-й частицы - I23457, I23458.

Как только выбрана последняя частица (8-я), то программа переходит к комбинации частиц по 4-I234, изменяет 5-ю частицу -I2346 и образует комбинацию из 6-частиц - I23467. После составления комбинации происходит обращение к арифметическому блоку, которому выдается первая частица в ячейках I000-I020 и вторая частица РА. Выдача на печать происходит для 9-ти комбинаций, на каждую печатается 34 величины.

в) информационные перфокарты

Каждое событие снабжается набором перфокарт, заканчивающихся признаком конца, и содержащих по порядку - номер зоны, тип события, информацию о звезде, V° частицах и γ -квантах. Если по какой-либо причине мы не можем сделать маркировку события, то блокировка обсчета такого события достигается тем, что задается тип события = 4000. Если номер зоны на перфокарте не совпадает с номером зоны события, считываемого с магнитной ленты, то происходит останов по команде 77.

При нажатии кнопки "Пуск" управление передается на обсчет другого события.

S. Zingraf
G. Haber
Финн

ЛИТЕРАТУРА

1. Н.А.Буздавина, В.Б.Виноградов -- Программа обработки событий 200 литровой пузырьковой камеры ИТЭФ на вычислительной машине М-20 (Программа 0-9)
ПРЕПРИНТ ОИЯИ IO-3350, Дубна, 1967г.
2. K.Soor Differences between hydrogen and heavy liquid geometry programs and some details about fitting in the program DRAT. CERN NPA/Int 66-13.
3. О.Благонаравова и др. Программа геометрической реконструкции для пропановой камеры, сфотографированной двухобъективной стереоголовкой Р-2005, Дубна, 1965 г.
4. И.Н.Силин. Стандартная программа для решения задач методом наименьших квадратов II-3362, Дубна, 1967 г.
5. Proceedings of the informal meeting on geometry programmes for heavy liquid bubble chamber, CERN 63-25.
6. И.М.Граменицкий и др. Новый метод учета кулоновского рассеяния при обработке камерных снимков.
Препринт ОИЯИ Р-2146, Дубна, 1965 г.
7. В.Б.Виноградов и др. Программа идентификации V^0 - частиц и γ -квантов
Препринт ОИЯИ 2613, Дубна, 1966 г.
8. D.Morellet Electrons, gammas and π^0 , in heavy liquid bubble chamber. Laboratoire de l'accelerateur lineaire 1190, april 1968.