

С.344.1

Г-577

Говорун НН

e+

15

БЗ-3489

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ  
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Говорун Н.Н., Голутвин И.А., Иванченко И.М., Макаренко Г.И.,  
Мороз В.И., Стельмах А.И., Струнов Л.Н., Цыганов Э.И.

БЗ-3489

ТОЧНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАЛОГО УГЛА РАССЕЯНИЯ БЫСТРОЙ  
ЧАСТИЦЫ МЕТОДИКОЙ МАГНИТОСТРИКЦИОННЫХ ИСКРОВЫХ КАМЕР

Ручкопись поступила  
в издательский отдел  
..24.. - 1/11 - 1967

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
БИБЛИОТЕКА

Дубна. 1967 г.

с.ф. 1953

## А Н Н О Т А Ц И Я

В работе рассматривается оптимальный алгоритм определения методикой искровых камер пространственного угла рассеяния частицы в некоторой точке протяженной мишени. При выводе алгоритма было учтено многократное рассеяние частицы в двух плоскостях.

Введение.

Установка для изучения упругого  $\text{H}^-$ -р - рассеяния состоит из семи магнестрикционных искровых камер и мишени<sup>/1/</sup>. В силу высокой точности измерительных устройств камер<sup>/2/</sup> при определении кинематических параметров треков частиц, в частности угла упругого рассеяния, наряду с ошибками измерений необходимо учесть корреляции ошибок из-за кулоновского рассеяния.

В данной работе определяется наилучшая оценка угла упругого рассеяния с учетом как ошибок измерений, так и корреляций ошибок кулоновского рассеяния.

Предполагаем, что ось  $OZ$  направлена вдоль канала частиц, как показано на рис. I.

Пусть  $x_0$  - истинное значение координаты  $x$  при прохождении частицей первой камеры, а  $x_1, x_2, \dots, x_7$  - координаты, отсчитываемые измерительными устройствами первой, второй, ..., седьмой камер. Считаем, что искровые камеры и стенки мишени достаточно тонкие. Поэтому пренебрегаем поперечным смещением на них.

Ясно, что

$$x_1 = x_0 + \varepsilon_1, \quad (1)$$

$$x_2 = x_0 + L_1(\alpha_0 + \alpha_1) + \frac{1}{2}L_1\alpha_{12} + \omega_{12} + \varepsilon_2, \quad (2)$$

где  $\varepsilon_k$  ( $k=1, 2$ ) - измерительная ошибка координаты  $x_k$ ,

$\alpha_0$  - проекция на плоскость  $XOZ$  угла входа частицы в первую камеру,

$\alpha_1$  - проекция на плоскость  $XOZ$  угла многократного рассеяния в первой камере,

$\alpha_{12}$  - проекция на плоскость  $XOZ$  угла рассеяния на воздухе на участке I - 2,

$\omega_{12}$  - превышение поперечного смещения над средним на участке I - 2 в плоскости  $XOZ$  ( см. Приложение I ).

Аналогично

$$x_3 = x_0 + (L_1 + L_2)(\alpha_0 + \alpha_1) + \left(\frac{1}{2}L_1 + L_2\right)\alpha_{12} + L_2\alpha_2 + \frac{1}{2}L_2\alpha_{23} + \omega_{12} + \omega_{23} + \varepsilon_3, \quad (3)$$

$$x_k = x_0 + \alpha_0 \sum_{j=1}^{k+1} L_j + \sum_{i=1}^{k+1} \alpha_i \sum_{j=i}^{k+1} L_j + \alpha \left( Z + \frac{1}{2}L_4 + \sum_{j=5}^{k+1} L_j \right) + \sum_{i=1}^{k+1} \alpha_{i,i+1} \left( \frac{1}{2}L_i + \sum_{j=i+1}^{k+1} L_j \right) + \sum_{i=1}^{k+1} \omega_{i,i+1} + \varepsilon_k, \quad (k=4 \div 7), \quad (4)$$

где  $\alpha$  - проекция на плоскость  $XOZ$  угла упругого рассеяния,

$Z$  - расстояние от точки рассеяния до центра мишени.

Введем величины  $P_i$  ( $i=1,2,\dots,7$ ) по следующим формулам:

$$P_1 = x_1 - x_0 = \varepsilon_1, \quad (5)$$

$$P_2 = x_2 - x_0 - L_1(\alpha_0 + \alpha_1) = \frac{1}{2}\alpha_{12}L_{11} + \omega_{12} + \varepsilon_2, \quad (6)$$

$$P_3 = x_3 - x_0 - (L_1 + L_2)(\alpha_0 + \alpha_1) = \left(\frac{1}{2}L_1 + L_2\right)\alpha_{12} + L_2\alpha_2 + \frac{1}{2}L_2\alpha_{23} + \omega_{12} + \omega_{23} + \varepsilon_3, \quad (7)$$

$$P_k = x_k - x_0 - (\alpha_0 + \alpha_1) \sum_{j=1}^{k+1} L_j - \alpha \left( z + \frac{1}{2}L_4 + \sum_{j=5}^{k+1} L_j \right) = \\ = \sum_{i=2}^{k+1} \alpha_i \sum_{j=i}^{k+1} L_j + \sum_{i=1}^{k+1} \alpha_{i,i+1} \left( \frac{1}{2}L_i + \sum_{j=i+1}^{k+1} L_j \right) + \sum_{i=1}^{k+1} \omega_{i,i+1} + \varepsilon_k, \quad (k=4 \div 7). \quad (8)$$

Отметим, что выражение для координат  $y_i$  и величин  $q_i$  ( $i=1 \div 7$ ) получают-ся из формул (I) + (8) заменой

$$\left. \begin{aligned} x_0 &\rightarrow y_0, \\ \varepsilon_k &\rightarrow \xi_k, \\ \alpha_k &\rightarrow \rho_k, \\ \alpha_{i,i+1} &\rightarrow \beta_{i,i+1}, \\ \omega_{i,i+1} &\rightarrow \eta_{i,i+1}, \\ \rho_i &\rightarrow q_i. \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Запишем функционал  $\chi^2$ , в котором учтены дисперсии координат точек трека частиц как из-за ошибок измерений, так и из-за кулоновского рассеяния: /3,4,5/

$$\chi^2 = \sum_{m=1}^7 \sum_{k=1}^7 S_{mk}^{-1} (P_m P_k + q_m q_k), \quad (10)$$

где  $S_{mk}^{-1}$  - элементы матрицы  $S^{-1}$ , обратной к матрице  $S$ , элементы которой определяются как  $S_{mk} = \overline{P_m P_k} = \overline{q_m q_k}$ ,  $S_{mk} = S'_{km}$ :

$$S_{1k} = \partial \varepsilon_1 \cdot \delta_{1k}, \quad (k=1 \div 7), \quad (11)$$

$$S_{2k} = \begin{cases} \frac{1}{2}L_1 \left( \frac{1}{2}L_1 + \sum_{j=2}^{k-1} L_j \right) \partial \alpha_{12} + \partial \omega_{12} + \partial \varepsilon_2 \cdot \delta_{2k}, & (k=2,3), \\ \frac{1}{2}L_1 \left( \frac{1}{2}L_1 + \sum_{j=2}^{k+1} L_j \right) \partial \alpha_{12} + \partial \omega_{12}, & (k=4 \div 7), \end{cases} \quad (12)$$

$$S_{3k} = \begin{cases} L_2^2 \partial \alpha_2 + \left( \frac{1}{2}L_1 + L_2 \right)^2 \partial \alpha_2 + \frac{1}{4}L_2^2 \partial \alpha_{23} + \partial \omega_{12} + \partial \omega_{23} + \partial \varepsilon_3, & (k=3), \\ \left( L_2 \sum_{j=2}^{k+1} L_j \right) \partial \alpha_2 + \left( \frac{1}{2}L_1 + L_2 \right) \left( \frac{1}{2}L_1 + \sum_{j=2}^{k+1} L_j \right) \partial \alpha_{12} + \frac{1}{2}L_2 \left( \frac{1}{2}L_2 + \sum_{j=3}^{k+1} L_j \right) \partial \alpha_{23} + \sum_{i=1}^2 \partial \omega_{i,i+1}, & (k=4 \div 7), \end{cases} \quad (13)$$

$$S_{mk} = \sum_{e=2}^{m+1} D_{\alpha_e} \left( \sum_{j=e}^{m+1} L_j \cdot \sum_{j=e}^{k+1} L_j \right) + \sum_{e=1}^{m+1} D_{\alpha_{e,e+1}} \left( \sum_{j=e+1}^{m+1} L_j + \frac{1}{2} L_e \right) \left( \sum_{j=e+1}^{k+1} L_j + \frac{1}{2} L_e \right) + \quad (I4)$$

где  $+ \sum_{e=1}^{m+1} D_{\omega_{e,e+1}} + D_{\varepsilon_k} \cdot \delta_{mk}, \quad (k=4 \div 7),$

$$\delta_{jk} = \begin{cases} 1 & \text{при } j=k, \\ 0 & \text{при } j \neq k, \end{cases}$$

$D_{\varepsilon_i}, D_{\alpha_i}, D_{\alpha_{i,i+1}}, D_{\omega_{i,i+1}}$  - дисперсии величин  $\varepsilon_i, \alpha_i, \alpha_{i,i+1}, \omega_{i,i+1}$  соответственно.

Определим оценки величин  $\alpha_0, \alpha_0 + \alpha_1, \alpha, z, y_0, \beta_0 + \beta_1, \beta$ , минимизируя  $\chi^2$  по искомым параметрам. Система уравнений, соответствующая условиям минимума  $\chi^2$ , имеет следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \chi^2}{\partial \alpha_0} &= 0, \\ \frac{\partial \chi^2}{\partial (\alpha_0 + \alpha_1)} &= 0, \\ \frac{\partial \chi^2}{\partial \alpha} &= 0, \\ \frac{\partial \chi^2}{\partial z} &= 0, \\ \frac{\partial \chi^2}{\partial y_0} &= 0, \\ \frac{\partial \chi^2}{\partial (\beta_0 + \beta_1)} &= 0, \\ \frac{\partial \chi^2}{\partial \beta} &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (I5)$$

Решая систему уравнения ( I5 ) / см. Приложение 2 /, получим:

$$\alpha = \frac{E - z t_3 - t_6}{z^2 t_1 + z(t_2 + t_4) + t_5}, \quad (I6)$$

$$\beta = \frac{\tilde{E} - z \tilde{t}_3 - \tilde{t}_6}{z^2 t_1 + z(t_2 + t_4) + t_5}, \quad (I7)$$

где  $z$  определяется из уравнения

$$\begin{aligned} & z^2 \left\{ t_3 [t_1 (E - t_6) + t_3 t_4] + \tilde{t}_3 [t_1 (\tilde{E} - \tilde{t}_6) + \tilde{t}_3 t_4] \right\} - z \left\{ (E - t_6) [t_1 (E - t_6) + t_3 t_4] + \right. \\ & \left. + (\tilde{E} - \tilde{t}_6) [t_1 (\tilde{E} - \tilde{t}_6) + \tilde{t}_3 t_4] - t_3 [t_2 (E - t_6) + t_3 t_5] - \tilde{t}_3 [t_2 (\tilde{E} - \tilde{t}_6) + \tilde{t}_3 t_5] \right\} - \\ & \left. \left\{ (E - t_6) [t_2 (E - t_6) + t_3 t_5] + (\tilde{E} - \tilde{t}_6) [t_2 (\tilde{E} - \tilde{t}_6) + \tilde{t}_3 t_5] \right\} = 0. \end{aligned} \quad (I8)$$

Значения  $E, \tilde{E}, t_i (i=1 \div 6), \tilde{t}_3, \tilde{t}_6$  приведены в Приложении 2. Окончательно получим два набора параметров. Из них выбираем тот, который дает наименьшее значение  $\chi^2_{min}$ . Если в результате решения системы уравнений ( 15 ) функционал  $\chi^2$  достигает своего наименьшего значения при  $|z| > \frac{L_4}{2}$ , то в этом случае уравнение  $\frac{\partial \chi^2}{\partial z} = 0$  отбрасываем и решаем оставшуюся систему, полагая  $z = \frac{1}{2}L_4$  если  $z > \frac{1}{2}L_4$  и  $z = -\frac{1}{2}L_4$  если  $z < -\frac{1}{2}L_4$ .

Угол упругого рассеяния  $\theta$  определяем по формуле :

$$\theta = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2} \quad ( 19 )$$



Приложение I.

Независимость превышения смещения над средним ( $\omega$ ) и угла кулоновского рассеяния ( $\alpha$ ) в плоскости  $XOZ$ .

Распределение Ферми<sup>/6/</sup> для частицы, прошедшей в рассеивающей среде расстояние  $z$  имеет вид<sup>\*)</sup>:

$$W(y, \alpha, z) = \frac{2\sqrt{3}}{\pi} \cdot \frac{1}{\theta_s^2 \cdot z^2} \exp\left[-\frac{4}{\theta_s^2} \left(\frac{\alpha^2}{z} - \frac{3y\alpha}{z^2} + \frac{3y^2}{z^3}\right)\right], \quad (20)$$

здесь  $\theta_s^2 = \left(\frac{12}{\rho\beta c}\right)^2 \cdot \frac{1}{X_0}$ , где  $\rho$  - импульс частицы,  
 $X_0$  - радиационная длина среды.

Сделав замену  $y = \omega + \frac{1}{2}L \cdot \alpha$ ,  $z = L$ , получим для показателя экспоненты в (20) следующее выражение:

$$-\frac{1}{2} \left( \frac{\alpha^2}{\theta_s^2 \cdot L} + \frac{\omega^2}{\theta_s^2 \cdot L^3} \right), \quad (21)$$

из которого видно, что  $\omega$  и  $\alpha$  являются независимыми стохастическими переменными.

---

\*) Предполагается, что в начальной точке частица движется вдоль оси  $OZ$  и смещение  $y$  перпендикулярно  $OZ$ .

Приложение 2

Решение системы уравнений, соответствующей минимуму  $\chi^2$ .

Система уравнений ( 15 ) в развернутом виде запишется как

$$\sum_{m=1}^7 \sum_{k=1}^7 S_{mk}^{-1} p_m = 0, \quad (22)$$

$$\sum_{m=2}^7 \sum_{k=2}^7 S_{mk}^{-1} \sum_{j=1}^{k-1} L_j p_m + \sum_{m=2}^7 \sum_{k=4}^7 S_{mk}^{-1} \sum_{j=k}^{k+1} L_j p_m = 0, \quad (23)$$

$$\bar{z} \cdot \sum_{m=2}^7 \sum_{k=4}^7 S_{mk}^{-1} p_m + \sum_{m=2}^7 \sum_{k=4}^7 S_{mk}^{-1} \left( \frac{1}{2} L_4 + \sum_{j=5}^{k+1} L_j \right) p_m = 0, \quad (24)$$

$$\alpha \sum_{m=2}^7 \sum_{k=4}^7 S_{mk}^{-1} p_m + \beta \sum_{m=2}^7 \sum_{k=4}^7 S_{mk}^{-1} q_m = 0, \quad (25)$$

$$\sum_{m=1}^7 \sum_{k=1}^7 S_{mk}^{-1} q_m = 0, \quad (26)$$

$$\sum_{m=2}^7 \sum_{k=2}^7 S_{mk}^{-1} \sum_{j=1}^{k-1} L_j q_m + \sum_{m=2}^7 \sum_{k=4}^7 S_{mk}^{-1} \sum_{j=k}^{k+1} L_j q_m = 0, \quad (27)$$

$$\bar{z} \cdot \sum_{m=2}^7 \sum_{k=4}^7 S_{mk}^{-1} q_m + \sum_{m=2}^7 \sum_{k=4}^7 S_{mk}^{-1} \left( \frac{1}{2} L_4 + \sum_{j=5}^{k+1} L_j \right) q_m = 0. \quad (28)$$

Подставляя в ( 22 ) + ( 28 ) выражения для  $p_m$  и  $q_m$  ( $m=1 \div 7$ ), получим:

$$b_1 x_0 + b_2 (\alpha_0 + \alpha_1) + b_3 \alpha \bar{z} + b_4 \alpha = B, \quad (22')$$

$$b_2 x_0 + c_2 (d_0 + d_1) + c_3 \alpha \bar{z} + c_4 \alpha = C, \quad (23')$$

$$[b_3 x_0 + c_3 (d_0 + d_1) + d_3 \alpha \bar{z} + d_4 \alpha - \mathcal{D}] \bar{z} + \quad (24')$$

$$b_4 x_0 + c_4 (d_0 + d_1) + d_4 \alpha \bar{z} + l_4 \alpha = E,$$

$$[b_3 x_0 + c_3 (d_0 + d_1) + d_3 \alpha \bar{z} + d_4 \alpha - \mathcal{D}] \alpha + \quad (25')$$

$$b_3 y_0 + c_3 (\beta_0 + \beta_1) + d_3 \beta \bar{z} + d_4 \beta - \tilde{\mathcal{D}}] \beta = 0,$$

$$b_1 y_0 + b_2 (\beta_0 + \beta_1) + b_3 \beta \bar{z} + b_4 \beta = \tilde{B}, \quad (26')$$

$$b_2 y_0 + c_2 (\beta_0 + \beta_1) + c_3 \beta \bar{z} + c_4 \beta = \tilde{C}, \quad (27')$$

$$[b_3 y_0 + c_3(\beta_0 + \beta_1) + d_3 \beta z + d_4 \beta - \tilde{\varepsilon}'] z + b_4 y_0 + c_4(\beta_0 + \beta_1) + d_4 \beta z + l_4 \beta = \tilde{L}, \quad (28')$$

где

$$b_1 = \sum_{m=1}^7 \sum_{k=1}^7 S_{mk}^{-1},$$

$$b_2 = \sum_{m=2}^7 \sum_{k=2}^7 S_{mk}^{-1} \sum_{j=1}^{k-1} L_j + \sum_{m=2}^7 \sum_{k=4}^7 S_{mk}^{-1} \sum_{j=k}^{k+1} L_j,$$

$$b_3 = \sum_{m=2}^7 \sum_{k=4}^7 S_{mk}^{-1},$$

$$b_4 = \sum_{m=2}^7 \sum_{k=4}^7 S_{mk}^{-1} \left( \frac{1}{2} L_4 + \sum_{j=5}^{k+1} L_j \right),$$

$$B = \sum_{m=1}^7 \sum_{k=1}^7 S_{mk}^{-1} \cdot x_{Rk},$$

$$c_2 = \sum_{m=2}^7 \sum_{k=2}^7 S_{mk}^{-1} \sum_{j=1}^{k-1} L_j \sum_{j=1}^{m-1} L_j + 2 \sum_{m=2}^7 \sum_{k=4}^7 S_{mk}^{-1} \sum_{j=1}^{k+1} L_j \sum_{j=1}^{m-1} L_j + \sum_{m=4}^7 \sum_{k=4}^7 S_{mk}^{-1} \sum_{j=1}^{k+1} L_j \sum_{j=1}^{m+1} L_j,$$

$$c_3 = \sum_{m=2}^7 \sum_{k=4}^7 S_{mk}^{-1} \sum_{j=1}^{m-1} L_j + \sum_{m=4}^7 \sum_{k=4}^7 S_{mk}^{-1} \sum_{j=k}^{k+1} L_j,$$

$$c_4 = \sum_{m=4}^7 \sum_{k=2}^7 S_{mk}^{-1} \sum_{j=1}^{k-1} L_j \left( \frac{1}{2} L_4 + \sum_{j=5}^{m+1} L_j \right) + \sum_{m=4}^7 \sum_{k=4}^7 S_{mk}^{-1} \sum_{j=k}^{k+1} L_j \left( \frac{1}{2} L_4 + \sum_{j=5}^{m+1} L_j \right),$$

$$C = \sum_{m=2}^7 \sum_{k=2}^7 S_{mk}^{-1} \sum_{j=1}^{k-1} L_j \cdot x_{Rk} + \sum_{m=2}^7 \sum_{k=4}^7 S_{mk}^{-1} \sum_{j=1}^{k+1} L_j \cdot x_m,$$

$$d_3 = \sum_{m=4}^7 \sum_{k=4}^7 S_{mk}^{-1},$$

$$d_4 = \sum_{m=4}^7 \sum_{k=4}^7 S_{mk}^{-1} \left( \frac{1}{2} L_4 + \sum_{j=5}^{m+1} L_j \right),$$

$$\mathcal{D} = \sum_{m=2}^7 \sum_{k=4}^7 S_{mk}^{-1} \cdot x_m,$$

$$e_4 = \sum_{m=4}^7 \sum_{k=4}^7 S_{mk}^{-1} \left( \frac{1}{2} L_4 + \sum_{j=5}^{k+1} L_j \right) \left( \frac{1}{2} L_4 + \sum_{j=5}^{m+1} L_j \right),$$

$$E = \sum_{m=2}^7 \sum_{k=4}^7 S_{mk}^{-1} \left( \frac{1}{2} L_4 + \sum_{j=5}^{k+1} L_j \right) x_m,$$

$$\tilde{B} = \sum_{m=1}^7 \sum_{k=1}^7 S_{mk}^{-1} \cdot y_m,$$

$$\tilde{C} = \sum_{m=2}^7 \sum_{k=2}^7 S_{mk}^{-1} \sum_{j=1}^{k-1} L_j \cdot y_m + \sum_{m=2}^7 \sum_{k=4}^7 S_{mk}^{-1} \sum_{j=1}^{k+1} L_j \cdot y_m,$$

$$\tilde{D} = \sum_{m=2}^7 \sum_{k=4}^7 S_{mk}^{-1} \cdot y_m,$$

$$\tilde{E} = \sum_{m=2}^7 \sum_{k=4}^7 S_{mk}^{-1} \left( \frac{1}{2} L_4 + \sum_{j=5}^{k+1} L_j \right) y_m.$$

Из (22') и (23') выразим  $x_0$  и  $d_0+d_1$  через  $\alpha$  и  $Z$  :

$$x_0 = K_1 + K_2 \alpha Z + K_3 \alpha, \quad (29)$$

$$d_0+d_1 = \tau_1 + \tau_2 dZ + \tau_3 \alpha, \quad (30)$$

где

$$K_1 = \frac{1}{\Delta} (c_2 B - b_2 C), \quad K_2 = \frac{1}{\Delta} (c_3 b_2 - c_2 b_3), \quad K_3 = \frac{1}{\Delta} (b_2 c_4 - c_2 b_4),$$

$$\tau_1 = \frac{1}{\Delta} (b_1 C - b_2 B), \quad \tau_2 = \frac{1}{\Delta} (b_2 b_3 - b_1 c_3), \quad \tau_3 = \frac{1}{\Delta} (b_2 b_4 - b_1 c_4),$$

$$\Delta = b_1 c_2 - b_2^2.$$

Аналогично из (26') и (27') получим:

$$y_0 = \tilde{x}_1 + k_2 \beta z + k_3 \beta, \quad (31)$$

$$\beta_0 + \beta_1 = \tilde{z}_1 + \tau_2 \beta z + \tau_3 \beta, \quad (32)$$

где  $\tilde{x}_1 = \frac{1}{\Delta}(c_2 \tilde{B} - b_2 \tilde{C}), \quad \tilde{z}_1 = \frac{1}{\Delta}(b_1 \tilde{C} - b_2 \tilde{B}).$

Подставляя выражение для  $x_0, y_0, \alpha_0 + \alpha_1, \beta_0 + \beta_1$  в (24'), (25') и (26'), получим:

$$z(t_1 \alpha z + t_2 \alpha + t_3) + t_4 \alpha z + t_5 \alpha + t_6 = E, \quad (33)$$

$$z(t_1 \beta z + t_2 \beta + \tilde{t}_3) + t_4 \beta z + t_5 \beta + \tilde{t}_6 = \tilde{E}, \quad (34)$$

$$\alpha(t_1 \alpha z + t_2 \alpha + t_3) + \beta(t_1 \beta z + t_2 \beta + \tilde{t}_3) = 0, \quad (35)$$

где  $t_1 = k_2 b_3 + \tau_2 c_3 + d_3, \quad t_2 = k_3 b_3 + \tau_3 c_3 + d_4, \quad t_3 = k_1 b_3 + \tau_1 c_3 - D, \quad t_6 = k_1 b_4 + \tau_1 c_4,$   
 $t_4 = k_2 b_4 + \tau_2 c_4 + d_4, \quad t_5 = k_3 b_4 + \tau_3 c_4 + d_4, \quad \tilde{t}_3 = \tilde{k}_1 b_3 + \tilde{\tau}_1 c_3 - \tilde{D}, \quad \tilde{t}_6 = \tilde{k}_1 b_4 + \tilde{\tau}_1 c_4$

Из (33), (34)  $\alpha$  и  $\beta$  выражаются через  $z$ :

$$\alpha = \frac{E - z t_3 - t_6}{z^2 t_1 + z(t_2 + t_4) + t_5}, \quad (36)$$

$$\beta = \frac{\tilde{E} - z \tilde{t}_3 - \tilde{t}_6}{z^2 t_1 + z(t_2 + t_4) + t_5}. \quad (37)$$

Исключив  $\alpha$  и  $\beta$  из (35), получим уравнение относительно  $z$ :

$$z^2 \{ t_3 [t_1(E - t_6) + t_3 t_4] + \tilde{t}_3 [t_1(\tilde{E} - \tilde{t}_6) + \tilde{t}_3 t_4] \} - z \{ (E - t_6) [t_1(E - t_6) + t_3 t_4] + (\tilde{E} - \tilde{t}_6) [t_1(\tilde{E} - \tilde{t}_6) + \tilde{t}_3 t_4] - t_3 [t_2(E - t_6) + t_3 t_5] - \tilde{t}_3 [t_2(\tilde{E} - \tilde{t}_6) + \tilde{t}_3 t_5] \} - \{ (E - t_6) [t_2(E - t_6) + t_3 t_5] + (\tilde{E} - \tilde{t}_6) [t_2(\tilde{E} - \tilde{t}_6) + \tilde{t}_3 t_5] \} = 0. \quad (38)$$

Определив  $z$  из (38), находим  $\alpha$  и  $\beta$  по (36) + (37).

Урманов  
Иванов

В. Мусу  
Иванов  
Иванов

Литература

1. А.С. Гаврилов, Н.Н. Говорун, И.А. Голутвин и др.  
Установка из бесфольмовых искровых камер с непосредственной связью со счетной машиной. ( Направлено в ПТЭ ).
2. А.С. Гаврилов, И.А. Голутвин, Ю.В.Заневский и др.  
Определение точностей и эффективностей магнитострикционных искровых камер. БЗ - 2972 , Дубна, 1966г.
3. L.Michejda Report 386/VI, Institute of Nuclear Research,  
Warsaw, 1963.
4. И.М.Граменицкий, Л.А. Тихонова П.В. Шляпников.  
Новый метод учета кулоновского рассеяния при обработке камерных треков. Препринт ОИЯИ , Р - 2146, Дубна 1965г.
5. Г.А.Емельяненко, Г.И. Макаренко, В.И.Мороз, И.С.Саитов, А.П.Стельм  
Метод определения параметров заряженной частицы с учетом неоднородности магнитного поля, многократного кулоновского рассеяния и ионизационных потерь. ( Направлено в ПТЭ ).
6. Б.Росси, К.Грейзен,  
Взаимодействие космических лучей с веществом. ИЛ,М, 1948г.

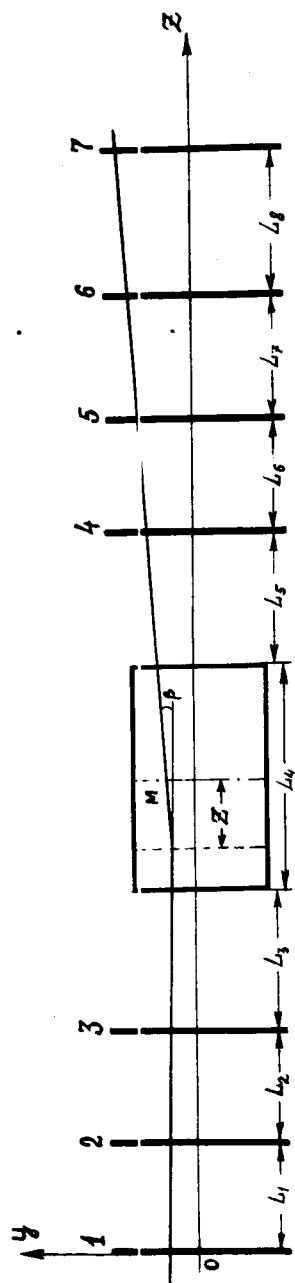


Рис. 1.