

С 344.1Р

К-36

29/4-70

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P1 - 5357



П. Керачев

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ  
ЭЛЕКТРОННЫХ И ПОЗИТРОННЫХ ТРЕКОВ  
С УЧЕТОМ РАДИАЦИОННЫХ ПОТЕРЬ

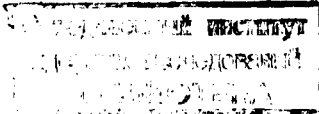
1970

P1 - 5357

П. Керачев

**МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ  
ЭЛЕКТРОННЫХ И ПОЗИТРОННЫХ ТРЕКОВ  
С УЧЕТОМ РАДИАЦИОННЫХ ПОТЕРЬ**

8514/2  
нр



## В в е д е н и е

Для обсчета на ЭВМ событий с двухметровой пропановой камеры ОИЯИ мы использовали комплексную программу GEOFIT /1/. При этом электронные и позитронные треки<sup>х</sup>) обрабатывались с учетом средних радиационных потерь. Такой учет проводился и при обработке событий по программе, описанной в /3/, и в ряде других работ, рассматривающих проблему о радиационных потерях /5,11,12/, использующих метод Бера-Миттнера /13/ и вводящих то или другое значение порога обрезания спектра радиационных потерь  $u_{\text{п}} = \ln(E_0/E)$  ( $E_0$  - начальная энергия электронов,  $E$  - энергия на длине трека  $L$  ).

В работе /14/ описан метод, при использовании которого оптимизация искомых параметров производится на основе многократного обсчета при разных порогах обрезания для одного и того же трека, что связано с очень большим временем счета.

В данной работе сделана попытка повышения точности определения параметров электронных треков путем введения добавочного параметра в минимизируемый функционал. Вместо средних значений  $k_{\text{к}}$ , коэффициента эффективного увеличения радиационной длины, и соответствующей отсечки обрезания  $\kappa$  используются значения для этих величин, определяемые конкретно для каждого отдельного трека.

В настоящей работе дается как алгоритм специального блока в программе GEOFIT, учитывающего радиационные потери электронов при использовании новых методов, так и результаты обсчета эксперименталь-

---

х) Ниже все, что говорится об электронных треках, относится также и к позитронным.

ных треков, полученные при пробном облучении 2-метровой пропановой камеры на пучке  $\pi^-$ -мезонов с импульсом 2,73 Гэв/с, и генерированных треков, обработанных по программе, которая описана в работе /10/.

### 81. Введение учитывающих радиационные потери поправок к параметрам электронных треков

В программах, описанных в /1/ и /3/, импульсы электронов и других заряженных частиц определяются в два этапа: а) определение в начальном приближении и б) нахождение оптимального значения.

а) В первом приближении импульс обсчитывается исходя из средней кривизны кривой, к которой аппроксимируется трек при интегрировании уравнения движения электрона в неоднородном магнитном поле. Изменение импульса из-за ионизационных потерь и средние радиационные потери можно выразить в виде

$$dP = - \left[ A + \frac{P(1+b)}{\chi_0 k_k} \right] dS, \quad (1)$$

где выражение  $A$  учитывает ионизационные потери, которые здесь не будут обсуждаться. Второй член в квадратных скобках учитывает средние потери на излучение электрона при прохождении интервала  $dS$  в среде камеры. При этом  $P$  - импульс частицы в начале интервала  $dS$ ,  $b = 0,014$  /7/,  $\chi_0$  - радиационная длина в см (при счете принималось  $\chi_0 = 106,9$  см /1,6/),  $k_k$  - коэффициент эффективного увеличения радиационной длины /5/. Увеличение радиационной длины возникает из-за того, что при подсчете средних радиационных потерь вводится ограничение на величину изучаемой энергии  $E_\gamma$  ( $P_\gamma \leq k P$ ).

б) На втором этапе счета находятся оптимальные значения параметров посредством минимизации функционала  $\chi^2$ , учитывающего матрицу многократного рассеяния, ионизационные потери и неоднородности магнитного поля.

Из уравнения Лоренца в тормозящей среде находим

$$\frac{d\vec{P}}{dt} = \frac{e}{c} [\vec{v} \times \vec{H}] + \frac{\vec{P}}{P} \frac{dP}{dt}. \quad (1)$$

После перехода к переменным  $\rho, \beta, s$  /3/ можно получить уравнение

$$F(s_1) = -\frac{0,3 \cos \alpha}{P_1} [-H_{z1} + \operatorname{tg} \alpha (H_{x1} \cos \beta_1 + H_{y1} \sin \beta_1)], \quad (2)$$

где  $\beta_1$  - экспериментальные углы в координатной системе камеры X, Y:

$$\sin \beta_1 = \frac{x_1 - x_{1-1}}{\ell_{1,1-1}},$$

$$\cos \beta_1 = \frac{y_1 - y_{1-1}}{\ell_{1,1-1}}.$$

Интегрируя (2) и переходя в координатную систему трека  $x'$ , можно получить

$$\beta^*(s) = \beta^* + \int_0^s F(s) ds, \quad (3)$$

$$y^*(s) = y^* + \int_0^s \sin \beta(s) ds. \quad (4)$$

Оптимальные значения параметров  $\rho, \beta, y^*$  обращают в минимум функционал

$x'$  Величины в системе координат трека, обозначенные через  $s^*$ , определяются, как обычно /1,3/:

$$y_1^* = y_N^* = 0; \quad z_1^* = z_1;$$

$$x_1^* = -(x_1 - x_{cp.}) \cos \phi + (y_1 - y_{cp.}) \sin \phi; \quad x = \frac{1}{2} (x_1 - x_N);$$

$$y_1^* = (x_1 - x_{cp.}) \sin \phi + (y_1 - y_{cp.}) \cos \phi; \quad y = \frac{1}{2} (y_1 - y_N);$$

$$\sin \phi = (y_N - y_1) \ell_{1,N}^{-1}; \quad \cos \phi = (x_N - x_1) \ell_{1,N}^{-1}$$

$$\ell_{1,N} = \sqrt{(x_N - x_1)^2 + (y_N - y_1)^2}.$$

$$F = \sum_{i,j} (\bar{y}_{ex_i}^* - y_i^*) Q_{ij}^{-1} (\bar{y}_{ex_j}^* - \bar{y}_j^*) . \quad (5)$$

Здесь через  $y_{ex_i}^*$  обозначены  $y$ -вые координаты измеренных точек, пересчитанные в координатную систему трека,  $y_i^* = y^*(s)$  вычислены по формуле (4),  $Q^{-1} = (G + D_{xy} E)^{-1}$  - обратная полная матрица ошибок (где  $E$  - единичная матрица),  $D_{xy}$  - дисперсия поперечного смещения отдельной точки проекции трека,  $G$  - матрица многократного рассеяния с добавочным членом, учитывающим флуктуации тормозного излучения (для электрона и позитрона).

## §2. Определение поправок к параметрам

Если начальные приближения параметров  $P$ ,  $\beta$  и  $\kappa$  достаточно близки к искомым (приближенным к их истинным значениям), то можно ограничиться только линейными членами в разложении функции (4) по величинам  $\delta k$ ,  $\delta \beta$  и  $\delta \kappa$ , которые являются поправками к соответствующим параметрам:

$$\delta k = P^{-1} - P^{-1} ,$$

$$\delta \beta = \beta_{\text{пр.}} - \beta_{\text{нач.}} ,$$

$$\delta \kappa = \kappa_{\text{пр.}} - \kappa_{\text{нач.}} .$$

(7)

Тогда (4) можно выразить в виде

$$y^*(s) = y_0^*(s) + \frac{\partial y^*(s)}{\partial y_0^*} \delta y_0^* + \frac{\partial y^*(s)}{\partial k} \delta k + \frac{\partial y^*(s)}{\partial \beta} \delta \beta + \frac{\partial y^*(s)}{\partial \kappa} \delta \kappa , \quad (8)$$

где  $y_0^*(s)$  - значения величины  $y^*$ , полученные из начальных приближений  $x'$ ,  $k = P^{-1}$ , а производные соответственно равны:  
 $x'$  Величины в начальном приближении отмечаем индексом (0).

$$\frac{\partial y^*(s)}{\partial y_0^*} \Big|_{s=s_1} = 1, \quad (9)$$

$$\frac{\partial y^*}{\partial \beta} = \int_0^s \cos \beta^*(s) ds, \quad (10)$$

$$\frac{\partial y^*}{\partial k} = \frac{P_0^2}{\frac{\partial P}{\partial s} \Big|_0} \cdot \int_0^s \left( \int_0^{s'} - \frac{0.3}{P^2(s)} \frac{\partial P}{\partial s} H(s'') ds'' \right) \cos \beta^*(s') ds'. \quad (11)$$

Здесь через  $H$  обозначено выражение в квадратных скобках из уравнения (2). Из (4) можно получить также и производные относительно нового параметра  $\kappa$ :

$$\frac{\partial y^*(s)}{\partial \kappa} = \int_0^s \cos \beta^*(s) \frac{\partial \beta^*(s')}{\partial \kappa} ds'. \quad (12)$$

Производную  $\frac{\partial \beta(s')}{\partial \kappa}$  можно найти из выражения (3):

$$\frac{\partial \beta(s')}{\partial \kappa} = \frac{\partial F(s')}{\partial P(s')} \cdot \frac{\partial P(s')}{\partial \kappa}. \quad (13)$$

Подставляя в (13) функцию  $F(s)$  из (2), получаем:

$$\frac{\partial \beta(s')}{\partial \kappa} = \int_0^{s'} \left( \frac{0.3 \cos \alpha}{P^2(s'')} H(s'') ds'' \right) \frac{\partial P(s'')}{\partial \kappa}. \quad (14)$$

Интегрируя уравнение (1), переходя в плоскость  $X, Y$ , а потом дифференцируя относительно параметра  $\kappa$ , можно получить его производную:

$$\frac{\partial P(s'')}{\partial \kappa} = - \int_0^s \frac{\bar{P}(1+b)}{\lambda_0 \cos \alpha} ds'' \quad (15)$$

Подставляя в (12) уравнения (14) и (15), получаем

$$\frac{\partial y^*(s)}{\partial \kappa} = - \int_0^s \{ \cos \beta^*(s') [ \int_0^{s'} \frac{0.3 \cos \alpha}{P^2(s'')} H(s'') ( \int_0^{s''} \frac{\bar{P}(1+b)}{\lambda_0 \cos \alpha} ds''') ds'' ] \} ds' \quad (16)$$

Условие минимума функционала (5) дает систему уравнений:

$$\frac{\partial \mathcal{F}}{\partial \delta y_0^*} = 0, \quad \frac{\partial \mathcal{F}}{\partial \delta k} = 0, \quad \frac{\partial \mathcal{F}}{\partial \delta \beta} = 0, \quad \frac{\partial \mathcal{F}}{\partial \delta \kappa} = 0, \quad (17)$$

линейную относительно  $\delta y_0^*$ ,  $\delta k$ ,  $\delta \beta$  и  $\delta \kappa$ . Соответственно:

$$\begin{aligned} \delta y_0^* (\Sigma \frac{\partial y^*}{\partial y_{0i}^*} Q_{ij}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial y_{0j}^*}) + \delta k (\Sigma \frac{\partial y^*}{\partial y_{0i}^*} Q_{ij}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial k_j}) + \delta \beta (\Sigma \frac{\partial y^*}{\partial y_{0i}^*} Q_{ij}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial \beta_j}) + \delta \kappa (\Sigma \frac{\partial y^*}{\partial y_{0i}^*} Q_{ij}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial \kappa_j}) &= D_1; \\ \delta y_0^* (\Sigma \frac{\partial y^*}{\partial k_i} Q_{ij}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial y_{0j}^*}) + \delta k (\Sigma \frac{\partial y^*}{\partial k_i} Q_{ij}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial k_j}) + \delta \beta (\Sigma \frac{\partial y^*}{\partial k_i} Q_{ij}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial \beta_j}) + \delta \kappa (\Sigma \frac{\partial y^*}{\partial k_i} Q_{ij}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial \kappa_j}) &= D_2; \\ \delta y_0^* (\Sigma \frac{\partial y^*}{\partial \beta_i} Q_{ij}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial y_{0j}^*}) + \delta k (\Sigma \frac{\partial y^*}{\partial \beta_i} Q_{ij}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial k_j}) + \delta \beta (\Sigma \frac{\partial y^*}{\partial \beta_i} Q_{ij}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial \beta_j}) + \delta \kappa (\Sigma \frac{\partial y^*}{\partial \beta_i} Q_{ij}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial \kappa_j}) &= D_3; \\ \delta y_0^* (\Sigma \frac{\partial y^*}{\partial \kappa_i} Q_{ij}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial y_{0j}^*}) + \delta k (\Sigma \frac{\partial y^*}{\partial \kappa_i} Q_{ij}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial k_j}) + \delta \beta (\Sigma \frac{\partial y^*}{\partial \kappa_i} Q_{ij}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial \beta_j}) + \delta \kappa (\Sigma \frac{\partial y^*}{\partial \kappa_i} Q_{ij}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial \kappa_j}) &= D_4. \end{aligned} \quad (18)$$

При этом компоненты вектора **D** представлены в виде



$$D_1 = \Sigma \frac{\partial y^*}{\partial y_{0_i}^*} Q_{1,j}^{-1} (y_{ex_j}^* - y_{Th_j}^* ),$$

$$D_2 = \Sigma \frac{\partial y^*}{\partial k_i} Q_{1j}^{-1} (y_{ex_j}^* - y_{Th_j}^* ),$$

$$D_3 = \Sigma \frac{\partial y^*}{\partial \beta_i} Q_{1j}^{-1} (y_{ex_j}^* - y_{Th_j}^* ),$$

$$D_4 = \Sigma \frac{\partial y^*}{\partial \kappa_i} Q_{1j}^{-1} (y_{ex_j}^* - y_{Th_j}^* ).$$

(19)

По аналогии:

$$D_5 = \Sigma (y_{ex_i}^* - y_{Th_i}^* ) Q_{1j}^{-1} (y_{ex_j}^* - y_{Th_j}^* ).$$

Выражения в скобках уравнений (18) можно представить как матричные элементы симметричной матрицы  $\| C \|$  :

$$C_{11} = \Sigma \frac{\partial y^*}{\partial y_{0_i}^*} Q_{1j}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial y_{0_j}^*} ; \quad C_{12} = \Sigma \frac{\partial y^*}{\partial y_{0_i}^*} Q_{1j}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial k_j} ;$$

$$C_{13} = \Sigma \frac{\partial y^*}{\partial y_{0_i}^*} Q_{1j}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial \beta_j} ; \quad C_{14} = \Sigma \frac{\partial y^*}{\partial y_{0_i}^*} Q_{1j}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial \kappa_j} ;$$

(20)

$$C_{21} = \Sigma \frac{\partial y^*}{\partial k_i} Q_{1j}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial y_{0_j}^*} ; \quad C_{22} = \Sigma \frac{\partial y^*}{\partial k_i} Q_{1j}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial k_j} ;$$

$$C_{23} = \Sigma \frac{\partial y^*}{\partial k_i} Q_{1j}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial \beta_j} ; \quad C_{24} = \Sigma \frac{\partial y^*}{\partial k_i} Q_{1j}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial \kappa_j} ;$$

$$C_{31} = \Sigma \frac{\partial y^*}{\partial \beta_i} Q_{1j}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial y_{0_j}^*} ; \quad C_{32} = \Sigma \frac{\partial y^*}{\partial \beta_i} Q_{1j}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial k_j} ;$$

$$C_{33} = \sum \frac{\partial y^*}{\partial \beta_1} Q_{ij}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial \beta_j};$$

$$C_{34} = \sum \frac{\partial y^*}{\partial \beta_1} Q_{ij}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial \kappa_j};$$

$$C_{41} = \sum \frac{\partial y^*}{\partial \kappa_1} Q_{ij}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial y_{0j}^*};$$

$$C_{42} = \sum \frac{\partial y^*}{\partial \kappa_1} Q_{ij}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial \kappa_j};$$

$$C_{43} = \sum \frac{\partial y^*}{\partial \kappa_1} Q_{ij}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial \beta_j};$$

$$C_{44} = \sum \frac{\partial y^*}{\partial \kappa_1} Q_{ij}^{-1} \frac{\partial y^*}{\partial \kappa_j}.$$

Тогда решение системы уравнений (18) относительно поправок  $\delta y_0^*$ ,  $\delta \mathbf{k}$ ,  $\delta \beta$ ,  $\delta \kappa$  можно получить после вычисления матрицы  $\|C^{-1}\|$ , обратной матрице  $\|C\|$ , и умножения на вектор  $\mathbf{D}$ :

$$\begin{pmatrix} \delta y_0^* \\ \delta \mathbf{k} \\ \delta \beta \\ \delta \kappa \end{pmatrix} = \|C^{-1}\| \cdot \begin{pmatrix} \mathbf{D}_1 \\ \mathbf{D}_2 \\ \mathbf{D}_3 \\ \mathbf{D}_4 \end{pmatrix}. \quad (21)$$

Используя обозначения (19), для значения функционала (5) в минимуме  $\chi^2$ , приведенного к одной степени свободы, можно получить

$$\chi^2 = (\mathbf{D}_5 - \delta y_0 \mathbf{D}_1 - \delta \mathbf{k} \mathbf{D}_2 - \delta \beta \mathbf{D}_3 - \delta \kappa \mathbf{D}_4) / (N-4), \quad (22)$$

где  $N$  - число точек на следе, а 4 - число неизвестных параметров функции (8).

На основе (7) и (21) получаются новые значения параметров, которые используются как начальные во второй итерации. При счете флюктуаций тормозного излучения, входящих в матрицу рассеяния, используются

новые значения для коэффициентов  $k$ . Обычно необходимое приближение получается после двух-трех итераций, а максимальное их число, предусмотренное в программе, равно пяти.

### §3. Проверка эффективности метода учета радиационных потерь

Эффективность метода учета радиационных потерь можно проверить путем исследования точности восстановления истинных значений параметров электронных и позитронных треков. Такая проверка нами была выполнена следующими способами.

1) По программе генерации треков /10/ были смоделированы 1200 треков группами по 200 треков при разных значениях заданного начального импульса и "измеряемой" длине трека в отдельных группах. Все треки обрабатывались 2 раза: во-первых, при использовании метода работ /1,3/ - с учетом средних радиационных потерь; во-вторых, с применением метода, описанного в настоящей работе <sup>x/</sup>. При этом стартовое число при генерации случайных чисел для каждой группы треков оба раза бралось одним и тем же. Заложенные экспериментальные ошибки:  $\Delta x = 0,011$ ,  $\Delta y = 0,018$  см,  $\Delta z = 0,07$ .

Полученные средние значения импульса и его средняя ошибка для каждой группы приведены в табл. 1. Данные таблицы показывают, что метод II дает хорошее восстановление истинного значения импульса для всех групп, в то время как метод I дает завышенные значения при малых импульсах и заниженные - при больших. При этом, однако, во 2-ом случае средние ошибки импульсов несколько меньше.

По распределениям  $\chi^2_{xy}$  в некоторой степени можно судить о точности аппроксимации треков к соответственно рассчитанным кривым. Значения  $\chi^2_{xy}$ , полученные обоими методами и приведенные к одной степени свободы, равны:

$$\chi^2_{xy I} = \frac{\int I_{min}}{N-3} ; \quad \chi^2_{xy II} = \frac{\int II_{min}}{N-1}$$

<sup>x)</sup> В дальнейшем эти методы обозначены соответственно цифрами I и II.

В табл. 2 представлены средние значения  $\bar{\chi}_{xy}^2$  для разных групп при обрезании, соответствующем 1% уровню достоверности.

Из всех полученных распределений для импульса и его ошибки на рис. 1 и 2 показаны только те, которые имеют начальное значение генерированного импульса  $P_0 = 800$  Мэв/с и длину "измерения" трека  $L$ , равную 30 и 60 см. Видна применимость метода II при больших значениях  $L$ . В этом случае применение метода I приводит к большому и несимметричному разбросу импульсов.

На рис. 3 показаны распределения  $\chi_{xy}^2$ , полученные при  $P_0 = 800$  Мэв/с соответственно методами I и II. Видно, что метод II дает распределение, более близкое к теоретическим расчетам.

2) Эффективность метода учета радиационных потерь проверялась еще следующим способом. Были измерены и обработаны электронные и позитронные треки, полученные /4/ при пробном облучении двухметровой пропановой камеры /2/ пучком  $\pi^-$ -мезонов с импульсом 2,75 Гэв/с. Все треки были обчислены по программе /1/ методами I и II.

На рис. 4 показаны два трека, импульсы которых сильно отличаются друг от друга ( $P_0 = 1087$  Мэв/с,  $P_0 = 40$  Мэв/с). Кривая (0) проведена через проекции экспериментальных точек в координатной системе трека, а кривые I и II являются аппроксимирующими кривыми, определенными с помощью методов I и II. Видно, что аппроксимирующие кривые, полученные методом II, лежат ближе к экспериментальным.

В табл. 3 приведены средние значения импульса в начальном приближении  $\bar{P}_{нач.}$ , средние оптимальные значения  $\bar{P}_I$ ,  $\bar{P}_{II}$ , полученные методами I и II. Несмотря на небольшую статистику (48 треков), мы можем сделать следующее заключение: полученные методами I и II практически равные результаты показывают, что усредненные значения для широкого интервала импульсов (при учете средних радиационных потерь) совпадают со значениями, полученными при учете потерь в каждом треке. Этого и следует ожидать при правильном подборе отсечки обрезания.

Предложенный метод учета радиационных потерь при определении параметров электронных и позитронных треков дает возможность более точно восстановить истинное значение импульса, что подтвердилось проверкой, проведенной на генерированных треках.

Распределения импульса, полученные при разных измерениях длины треков, показывают применимость этого метода при больших длинах.

В заключение автор считает приятным долгом выразить глубокую благодарность кандидату физико-математических наук Нгуену Дин Ты за всестороннюю помощь при выполнении настоящей работы. Автор признателен также научным сотрудникам К.П. Вишневской и А.У. Абдурахимову за предоставление возможности использовать программу генерации треков и лаборантам Т. Борисовой, И. Первушиной, Г.А. Коротковой за проведение технической части этой работы.

#### Л и т е р а т у р а

1. А.У. Абдурахимов, Нгуен Дин Ты, В.Н. Пенев. Сообщение ОИЯИ, 1-5140, Дубна, 1970.
2. M.P. Balandin et al. N.I.M., 20, 110 (1963).
3. Н.Р. Маркова и др. Препринт ОИЯИ, P-10-3708, Дубна, 1968.
4. А.У. Абдурахимов и др. Препринт ОИЯИ, 1-5121, Дубна, 1970.
5. В.Г. Гришин и др. Препринт ОИЯИ, P-2277, Дубна, 1965.
6. A.H. Rosenfeld et al., UCRL-8030, 1964.
7. Д. Мензель. Основные формулы физики. ИЛ, Москва, 1957.
8. А.Ф. Лукьяншев и др. Препринт ОИЯИ, P- 1982, Дубна, 1955.
9. К.П. Вишневская и др. Препринт ОИЯИ, 13-4598, Дубна, 1969.
10. А.У. Абдурахимов, К.П. Вишневская, Нгуен Дин Ты.  
Препринт ОИЯИ, P1-5328, 1970.
11. Ю.А. Будагов и др. Препринт ОИЯИ, P10-3021, Дубна, 1966.
12. Ю.А. Будагов и др. Препринт ОИЯИ, P-1971, Дубна, 1965.

13. Behr and Mittenep. Nucl.Instr.Meth., 20, 446 (1963).

14. D. Morrellet, Int. School of Elem. Part. Herceg Novi (1968).

Рукопись поступила в издательский отдел  
15 сентября 1970 года.

Таблица 1

Средние значения импульсов и их ошибок

| Генериров.<br>импульс,<br>Мэв/с | Длина<br>трека,<br>см | Сосчитанные импульсы |       | Ошибки счета<br>ИМПУЛЬСА |       |
|---------------------------------|-----------------------|----------------------|-------|--------------------------|-------|
|                                 |                       | Мэв/с                | Мэв/с | Мэв/с                    | Мэв/с |
| 100                             | 30                    | 115                  | 107   | 8                        | 12    |
| 300                             | 30                    | 336                  | 302   | 22                       | 38    |
| 800                             | 30                    | 788,5                | 808,4 | 15,4                     | 44,0  |
|                                 | 60                    | 743,7                | 808,8 | 52                       | 58    |
| 1500                            | 30                    | 1350                 | 1510  | 180                      | 240   |
|                                 | 60                    | 1380                 | 1540  | 80                       | 112   |

Таблица 2

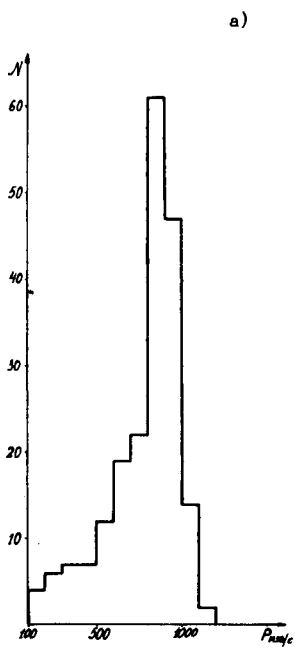
Средние значения  $\chi_{xy}^2$ 

| $P_0$ Мэв/с      | 100  | 300               | 800       | 1500      |
|------------------|------|-------------------|-----------|-----------|
| Длина трека      |      |                   |           |           |
| L см             | 30   | 30                | 30 60     | 30 60     |
| $\chi_{xy I}^2$  | 1,25 | 1,37 <sup>*</sup> | 1,22      | 1,26 1,73 |
| $\chi_{xy II}^2$ | 1,42 | 1,18              | 1,08 1,43 | 1,12 1,48 |

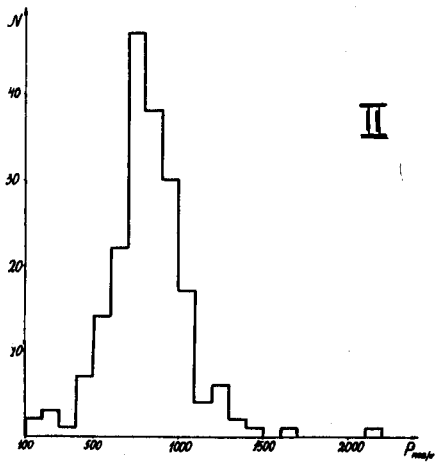
Таблица 3

Средние значения импульсов и  $\chi_{xy}^2$ 

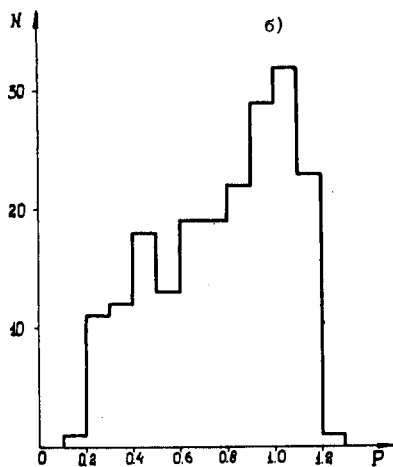
| $\bar{P}_{нач.}$<br>Мэв/с | $\bar{P}_I$<br>Мэв/с | $\bar{P}_{II}$<br>Мэв/с | $\chi_{xy I}^2$ | $\chi_{xy II}^2$ |
|---------------------------|----------------------|-------------------------|-----------------|------------------|
| 350,3                     | 359,2                | 359,7                   | 0,75            | 0,81             |



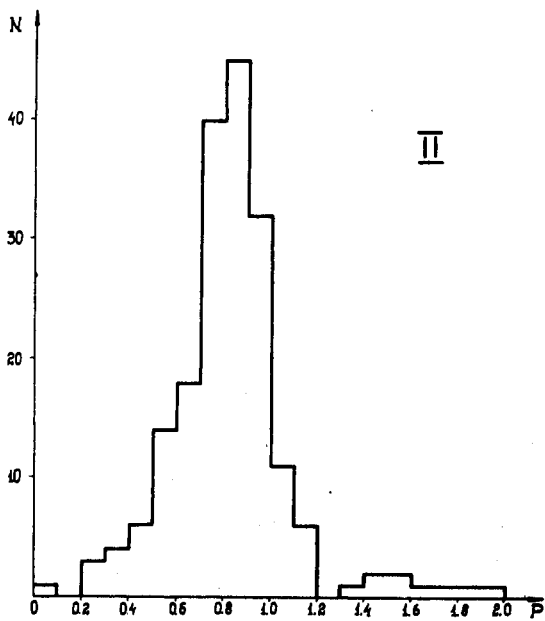
I



II



I



II

Рис. 1. Распределение импульсов, вычисленных методами I и II, при начальном значении генерированного импульса 800 Мэв/с: а) - при  $L = 30$  см, б) - при  $L = 60$  см.



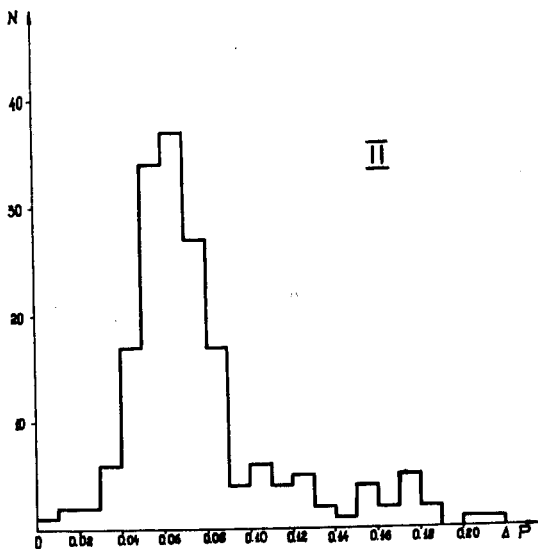
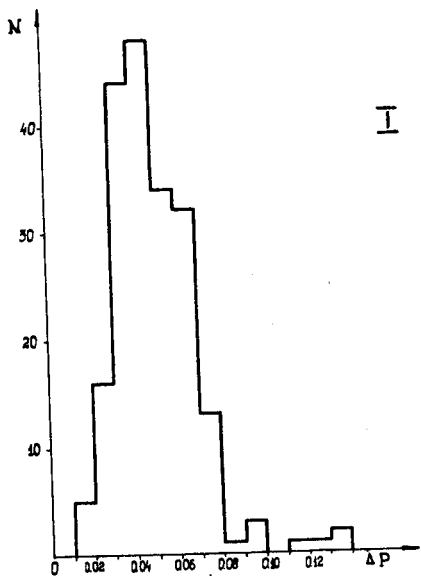


Рис. 2. Распределение ошибок определения импульсов, вычисленных методами I и II, при начальном значении генерированного импульса 800 Мэв/с.

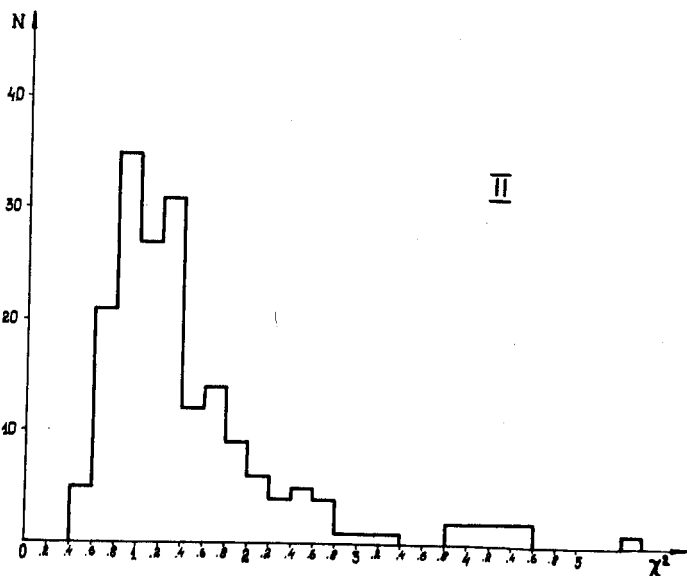
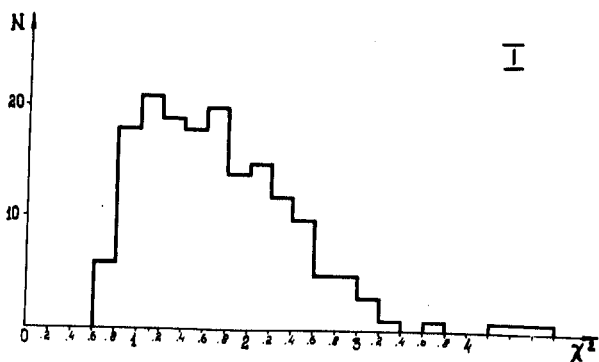


Рис. 3.  $\chi^2_{xy}$  - распределения по  $\mathcal{F}_{I \text{ min}} / N-3$  и  $\mathcal{F}_{II \text{ min}} / N-4$ .

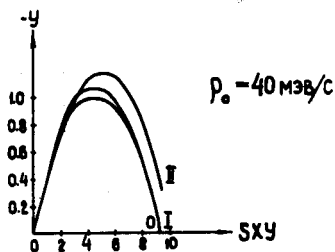
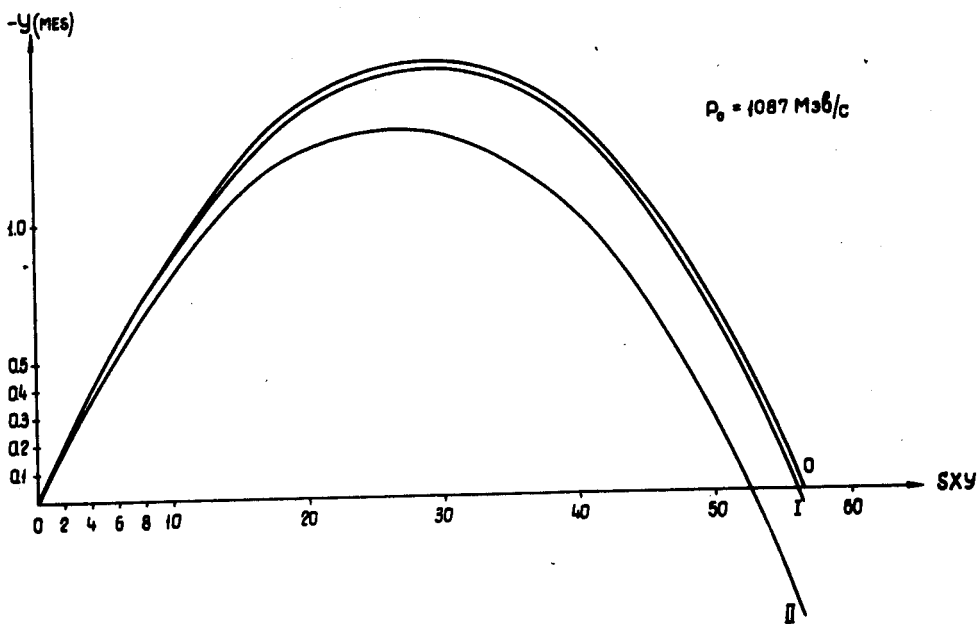


Рис. 4. Аппроксимирующие трек (0) кривые, полученные при использовании методов I и II в координатной системе трека.