

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

P10-85-77

В.Б.Виноградов, Ю.А.Кульчицкий,¹ А.С.Курилин,¹
В.Г.Одинцов, А.И.Павлинов²

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ КОНСТАНТ
УСТАНОВКИ ГИПЕРОН

¹ Институт физики АН БССР, Минск

² Институт физики высоких энергий, Протвино

Объединенный институт
ядерных исследований
ЕИИЯИ ДУБНА

1985

ВВЕДЕНИЕ

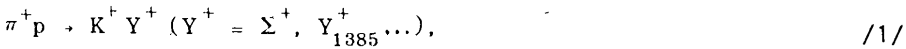
Вопросы, связанные с определением геометрических констант для экспериментальных установок, в которых в качестве трековых детекторов используются проволочные камеры, в общем виде были рассмотрены в работе^{/1/}. Аналогичные задачи решались также в работах^{/2-4/}.

В настоящей работе описаны совокупность процедур и эффективные алгоритмы для определения пространственного положения проволочных детекторов для экспериментальных установок, подобных спектрометру ГИПЕРОН^{/5/}. Получен аналитический вид формул для расчета геометрических констант установки^{/5/}.

В рамках общих концепций, положенных в основу описываемой методики, был также разработан специальный быстрый метод^{/6/}, использованный при исследовании гиперзарядообменных процессов. Этот метод был включен в состав программы геометрической реконструкции событий.

Применение описываемой ниже методики для установки^{/5/} позволило, с одной стороны, обеспечить предельно высокие разрешающие способности спектрометра вторичных частиц по их кинематическим параметрам, а с другой, - повысить скорость расчета констант по сравнению с^{/1/}. В частности, только корректный учет углов поворотов плоскостей проволочных камер вокруг продольной оси установки привел к повышению реальной точности определения кинематических параметров изучаемых реакций на 20%.

Установка ГИПЕРОН в конфигурации, предназначенной для исследования процессов типа



изображена на рис.1 /1а - пучковый спектрометр, 1б - спектрометр вторичных частиц/. Она содержит 34 плоскости искровых/ИПК/ и 20 плоскостей пропорциональных /ПК/ проволочных камер, 3 скитилляционных годоскопа /Г/.

Определим систему координат, связанную с установкой: ось OZ направлена вдоль пучка, ось OY лежит в горизонтальной, а ось OX - в вертикальной плоскости так, что все оси составляют правую систему координат.

Начало системы координат привязано с центральному реперному кресту на нижнем полюсе электромагнита МС-12. Направление магнитного поля совпадает с направлением оси OX. Плоскость ZOY совпадает с плоскостью оброта пучка в ускорителе.

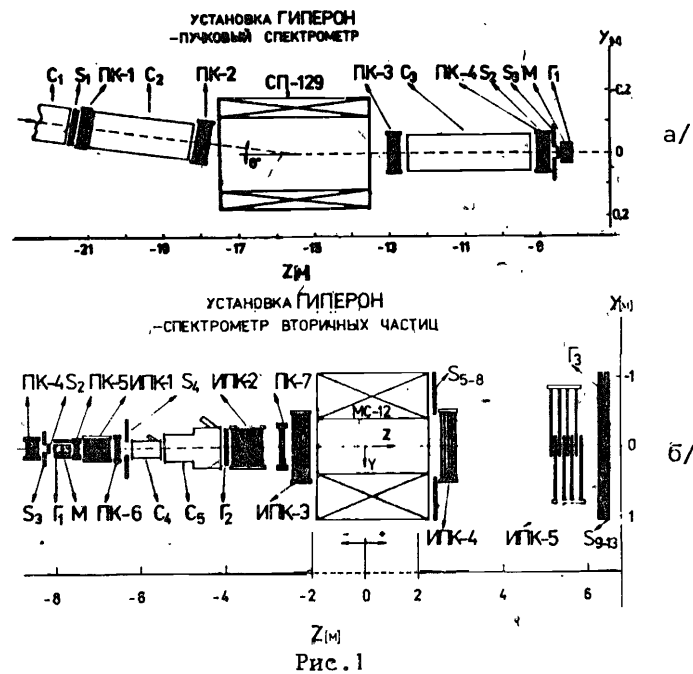


Рис. 1

В этой системе координат измерены магнитные поля спектрметрических электромагнитов СП-129^{/7/} и МС-12^{/7,8/}.

ЮСТИРОВКА ДЕТЕКТОРОВ И ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Для изучения характеристик реакций /1/ используется метод анализа недостающей массы к вторичному K^+ -мезону, вылетающему вперед под малыми углами.

Применение этого метода обуславливает жесткие требования к точностным характеристикам детектирующей аппаратуры и к разрешающим способностям спектрометра в целом. В частности, для получения спектра недостающих масс к K^+ -мезону в реакции /1/ с разрешением ≈ 50 МэВ импульс первичной частицы необходимо определять с точностью $\Delta p_0/p_0 = 0,3\%$, а импульс и угол вылета вторичного K^+ -мезона - с точностями $\Delta p/p = 0,5\%$ и $\Delta \theta = \approx 0,3$ мрад соответственно^{/9/}.

Одним из основных факторов, влияющих на разрешающие способности спектрометра, является точность определения пространственного положения трековых детекторов относительно геодезических осей установки и относительно друг друга.

Для достижения указанных выше точностей в определении кинематических параметров вторичной частицы положение проволочных детекторов относительно друг друга, в поперечном пучке направлении, должно быть известно с точностью 0,1 мм, а угол поворота ϕ детектора вокруг продольной оси - с точностью 0,4 мрад.

Перед началом набора данных на установке производится юстировка камер, т.е. плоскости камер выстраиваются перпендикулярно оси OZ, а сигнальные проволочки - параллельно осям OX и OY. Юстировка камер с помощью квадранта оптического реализуется на установке с точностью не хуже 2 мрад. В отдельных случаях некоторые камеры можно отъюстировать с помощью теодолита с точностью $0,2 \pm 0,4$ мрад.

Точность измерения X-, Y- и Z-координат детекторов составляет ± 1 мм.

Для искровых и пропорциональных камер X(Y) координата определяет положение первых сигнальных проволочек относительно продольной оси установки OZ.

Привязка системы детекторов к магнитному полю с указанными выше точностями геодезических измерений является удовлетворительной, т.к. при этом ошибка в определении импульса вторичной частицы не превышает $0,1\%$ ^{/8,10/}.

Определение геодезическим способом X(Y) -координат первых проволочек всех камер с точностью 0,1 мм и юстировка камер так, чтобы углы поворотов ϕ были менее 0,4 мрад, представляет большие сложности на установке ГИПЕРОН из-за отсутствия прямой видимости всех камер.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОПРАВОК К ГЕОДЕЗИЧЕСКИМ ИЗМЕРЕНИЯМ КООРДИНАТ ПРОВОЛОЧНЫХ ДЕТЕКТОРОВ

Дальнейшее уточнение пространственного положения трековых детекторов осуществлялось программным способом с использованием свойства прямолинейности треков заряженных частиц.

Поскольку процедура нахождения поправок одинакова для X- и Y-проекций, все дальнейшие рассуждения будем проводить для одной из них, например, Y.

Назовем опорными камеры, плоскости которых удовлетворяют следующим требованиям:

1. Геодезические измерения пространственного положения этих камер относительно оси установки должны быть известны с точностью ± 1 мм.
2. Угол поворота хотя бы одной из плоскостей вокруг оси установки должен быть известен с точностью не хуже 0,4 мрад /плоскости опорных камер могут быть выставлены с такой точностью при помощи теодолита/.
3. Расстояние между плоскостями камер в направлении оси OZ должно быть сравнимо с размерами установки.
4. Эффективность срабатывания каждой из камер от пучковой частицы должна быть близка к 100%.

Из совокупности m плоскостей камер одной проекции выбираются две опорные, с помощью которых впоследствии определяются ко-

ординатные поправки к геодезическим измерениям пространственного положения остальных камер совокупности.

Вычисление поправок производится по следующему алгоритму.

Осуществляется поиск трека частицы среди набора сработавших проволок некоторой совокупности камер в i -м событии.

На начальном шаге для поиска трека в направлении оси пучка выбирается достаточно широкий коридор $\Delta = \pm 20 \div 30$ мм. В качестве начальных координат трековых детекторов берутся их координаты, измеренные геодезическим способом.

Опознанные элементы трека* фитируются уравнением прямой. Восстановление трека осуществляется с целью достоверной идентификации следа частицы на плоскостях опорных камер.

После того как трек определен, на опорных камерах выбираются сработавшие проволоки, ближайшие к треку. Требуется, чтобы их удаление от трека не превышало заданной величины /например, $3 \div 5$ мм/. Далее считается, что эти проволоки составляют элемент трека. Через отобранные на опорных камерах точки трека проводится прямая линия:

$$Y_i = a_i z + b_i, \quad a_i = \frac{R_{i2} - R_{i1}}{z_2 - z_1}, \quad b_i = \frac{R_{i1} z_2 - R_{i2} z_1}{z_2 - z_1}, \quad /2/$$

$$R_{ik} = G_k^0 + s_k (n_{ik} + \frac{r_{ik} - 1}{2}) h_k, \quad k = 1, 2.$$

Здесь R_{i1} , R_{i2} - координаты элементов трека на опорных камерах 1 и 2; G_k^0 - геодезическая Y-координата первой проволоки k -й опорной камеры; n_{ik} - номер первой проволоки в группе r_{ik} подряд сработавших проволок; h_k - шаг намотки проволок; $s_k = \pm 1$ - определяет направление считывания проволок. Прямую /2/ назовем треком частицы в i -м событии.

Далее перебираются все оставшиеся камеры, на каждой плоскости ищется точка, ближайшая к треку /2/, и вычисляется разность

$$\Delta Y_{ik} = R_{ik} - a_i z_k - b_i, \quad k = 3, \dots, m; \quad /3/$$

m - количество камер.

Затем эти разности усредняются на статистике в несколько тысяч событий,

$$\delta_k = \frac{\sum_{i=1}^{N_k} \Delta Y_{ik}}{N_k}; \quad k = 3, \dots, m; \quad /4/$$

N_k - число событий, во время которых на k -й камере зарегист-

*Элемент /точку/ трека определим как одну или группу подряд сработавших проволок, зарегистрировавших след заряженной частицы на плоскости проволочного детектора или годоскопа.

рирован элемент трека. Полученные таким образом величины δ_k являются предварительными поправками координат проволочных камер.

Процедура уточнения поправок повторяется несколько раз. При этом для каждой последующей итерации входными координатами детекторов служат координаты, найденные в предыдущей итерации. Коридор для поиска трека постепенно сужается и ограничивается шириной $\Delta = 12 \div 3$ мм.

Кроме величины δ_k на каждой шаге вычисляются также величины

$$\sigma_k^2 = \frac{\sum (\Delta Y_{ik} - \delta_k)^2}{N_k - 1} \quad \text{и} \quad \epsilon_k = \frac{\sigma_k}{\sqrt{N_k - 2}}, \quad /5/$$

где σ_k - среднеквадратичное отклонение точки от трека для k -й камеры; ϵ_k - ошибка в определении величины δ_k .

Выражение для координаты первой проволоки k -й камеры в системе XYZ на заключительном шаге будет иметь вид

$$G_k^n = G_k^{n-1} + \delta_k^n, \quad k = 3, \dots, m, \quad /6/$$

где G_k^{n-1} - оценка координаты после $(n-1)$ -й итерации; δ_k^n - поправка к координате, вычисленная на n -м шаге.

Процедура определения поправок координат сцинтилляционных годоскопов аналогична описанной выше.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ УГЛОВ ПОВОРОТОВ ПРОВОЛОЧНЫХ ДЕТЕКТОРОВ

Для определения углов поворотов плоскостей проволочных детекторов вокруг продольной оси установки использовался следующий алгоритм.

Пусть имеется некоторая совокупность из m плоскостей проволочных камер, две из которых являются опорными /рис.2а/.

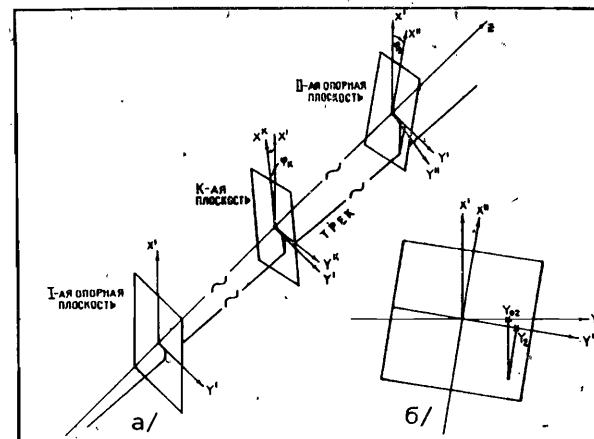


Рис. 2

Сделаем предположения.

1. Пространственное положение первой опорной камеры в координатной системе, связанной с установкой, известно /Y и Z - координаты камеры, ϕ_1 - угол поворота ее плоскости вокруг оси OZ /.

2. Для всех остальных камер, включая вторую опорную, известны только координаты первых сигнальных проволок, вычисленные на предыдущем этапе в соответствии с формулой /6/.

Соотнесем первой опорной камере правую систему координат X'Y'Z', которую определим так: ось O'X' параллельна первой сигнальной проволоке камеры и направлена вверх; ось O'Z' совпадает с осью OZ. Центр O' системы находится в точке пересечения оси OZ с плоскостью камеры. Все дальнейшие преобразования, связанные с восстановлением треков и определением углов поворотов плоскостей камеры, будут иметь место в X'Y'Z'-системе.

Способом, описанным выше, по опорным камерам восстановим трек частицы в отдельном событии, используя информацию от всей совокупности из m камер. Найдем проекции точек пересечения трека с плоскостями опорных камер:

$$Y_1 = az_1 + b, \quad Y_2 = az_2 + b. \quad /7/$$

Положим, что вторая опорная камера повернута относительно первой на угол ϕ_2 . Тогда значение координаты точки пересечения трека с плоскостью второй опорной камеры /рис.2б/ будет представлено выражением

$$Y_{02} = Y_2 \cos \phi_2 + X_2 \sin \phi_2 + \beta_2, \quad /8/$$

где X_2 - X-координата точки пересечения трека с плоскостью второй опорной камеры; β_2 - поправка к Y-координате камеры, обусловленная поворотом камеры вокруг оси O'Z'.

Учитывая малость угла ϕ_2 , /8/ можно переписать так:

$$Y_{02} = Y_2 + \phi_2 X_2 + \beta_2. \quad /9/$$

Тогда параметры проекции трека в системе, связанной с первой опорной камерой, будут иметь вид

$$a' = \frac{Y_{02} - Y_1}{z_2 - z_1} = a + \phi_2 \frac{X_2}{z_2 - z_1} + \frac{\beta_2}{z_2 - z_1},$$

$$b' = b - \phi_2 \frac{X_2 z_1}{z_2 - z_1} - \beta_2 \frac{z_1}{z_2 - z_1}. \quad /10/$$

Далее, пусть k-я камера /рис.2а/ повернута относительно первой опорной на угол ϕ_k . В соответствии с /9/,

$$Y_{0k} = Y_k + \phi_k X_k + \beta_k. \quad /11/$$

Но, в свою очередь,

$$Y_{0k} = a' z_k + b' \quad /12/$$

и, следовательно,

$$Y_k = a z_k + b + \phi_2 X_2 \frac{z_k - z_1}{z_2 - z_1} + \beta_2 \frac{z_k - z_1}{z_2 - z_1} - \phi_k X_k - \beta_k. \quad /13/$$

По определению опорной камеры координата ее первой проволоки известна, поэтому $\beta_2 = 0$. Перепишем /13/ окончательно в виде

$$Y_k = a z_k + b + \phi_2 X_2 \frac{z_k - z_1}{z_2 - z_1} - \phi_k X_k - \beta_k. \quad /14/$$

Процедуру установления оптимальной гипотезы о параметрах ϕ_2 , $\{\phi_k\}_{k=3}^m$, $\{\beta_k\}_{k=3}^m$ свяжем с минимизацией /в пространстве этих параметров/ функционала вида

$$\delta^2 = \sum_{k=3}^m \sum_{i=1}^{N_k} (R_{ik} - Y_{ik})^2, \quad /15/$$

где m-2 - количество плоскостей камер; R_{ik} - координата элемента трека на k-й камере в i-м событии /2/, Y_{ik} - Y-координата точки пересечения трека с плоскостью k-й камеры в i-м событии.

Учитывая /14/, перепишем /15/ в следующем виде:

$$\delta^2 = \sum_{k=3}^m \sum_{i=1}^{N_k} (\Delta Y_{ik} + \phi_k X_{ik} + \beta_k - \phi_2 c_{ik})^2. \quad /16/$$

Здесь $\Delta Y_{ik} = R_{ik} - a_i z_k - b_i$; X_{ik} - X-координата точки пересечения трека с плоскостью k-й камеры в i-м событии; $c_{ik} = X_{i2} \frac{z_k - z_1}{z_2 - z_1}$.

Дифференцируя функционал /16/ по параметрам ϕ_2 , $\{\phi_k\}_{k=3}^m$, $\{\beta_k\}_{k=3}^m$ и приравнивая производные к нулю, получим систему уравнений, которая в матричном виде запишется следующим образом: $\Delta F = B$, где

$$A = \begin{bmatrix} \Sigma X_{i3}^2 & \Sigma X_{i3} \\ \Sigma X_{i3} N_3 & \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} -\Sigma c_{i3} X_{i3} \\ -\Sigma c_{i3} \\ \vdots \\ -\Sigma c_{im} X_{im} \\ -\Sigma c_{im} \\ \vdots \\ \Sigma \Sigma c_{ik}^2 \\ \Sigma \Sigma \Delta Y_{ik} c_{ik} \end{bmatrix} \quad F = \begin{bmatrix} \Sigma \Delta Y_{i3} X_{i3} \\ \Sigma \Delta T_{i3} \\ \vdots \\ \Sigma \Delta Y_{im} X_{im} \\ \Sigma \Delta Y_{im} \\ \vdots \\ \Sigma \Sigma \Delta Y_{ik} c_{ik} \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} \phi_3 \\ \beta_3 \\ \vdots \\ \phi_m \\ \beta_m \\ \vdots \\ \phi_2 \end{bmatrix} \quad /17/$$

Решение системы уравнений /17/ связано с нахождением обратной к A матрицы

$$F = A^{-1} B. \quad /18/$$

При вычислении матрицы A^{-1} использовался метод обращения квази-диагональных окаймленных матриц, описанный в работах /11,12/. Ошибки в определении параметров $\{\phi_k, \beta_k\}_{k=3}^m, \phi_2$ вычисляются по формуле

$$(\Delta a)_{j+2}^2 = \frac{\delta^2}{N_j - m + 2} a_{jj}, \quad j = 1, \dots, 2m - 3, \quad /19/$$

где a_{jj} - диагональные элементы матрицы A^{-1} .

УТОЧНЕНИЕ УГЛОВ ПОВОРОТОВ И КООРДИНАТ ПРОВОЛОЧНЫХ ДЕТЕКТОРОВ

В случае, когда точность определения углов поворотов $\{\phi_k\}_{k=3}^m$ плоскостей камер с использованием описанного выше метода не удовлетворяет требуемой /0,4 мрад/, дальнейшее уточнение оценок геометрических констант $\{\phi_k, \beta_k\}_{k=3}^m$ осуществляется следующим способом.

Для заданной статистики событий по совокупности m камер восстанавливаются треки частиц с учетом уже найденных параметров $\phi_2, \{\phi_k, \beta_k\}_{k=3}^m$. В каждом событии на каждой из m-2 плоскостей вычисляется величина отклонения ΔY_{ik} точки трека от прямой, восстановленного по опорным камерам. Затем для каждой из m-2 камер минимизируются функционалы

$$\delta_k^2 = \sum_{i=1}^{N_k} (\Delta Y_{ik} + \tilde{\phi}_k X_{ik} + \tilde{\beta}_k)^2, \quad /20/$$

$$\Delta Y_{ik} = R_{ik} - a_i z_k - b_i - \phi_k X_{ik} - \beta_k, \quad a_i = \frac{R_{i2} - R_{i1}}{z_2 - z_1} + \phi_2 \frac{X_{i2}}{z_2 - z_1};$$

$$b_i = \frac{R_{i1} z_2 - R_{i2} z_1}{z_2 - z_1} - \phi_2 \frac{X_{i2} z_1}{z_2 - z_1}; \quad \{\tilde{\phi}_k, \tilde{\beta}_k\}_{k=3}^m$$

поправки к параметрам $\{\phi_k, \beta_k\}_{k=3}^m$. Остальные обозначения пояснены выше.

Дифференцируя /20/ по параметрам $\{\tilde{\phi}_k, \tilde{\beta}_k\}_{k=3}^m$ и приравнявая производные к нулю, найдем значения этих параметров

$$\tilde{\phi}_k = \frac{\Sigma \Delta Y_{ik} \Sigma X_{ik} - N_k \Sigma \Delta Y_{ik} X_{ik}}{(\Sigma X_{ik})^2 - N_k \Sigma X_{ik}^2}, \quad /21/$$

$$\tilde{\beta}_k = \frac{\Sigma \Delta Y_{ik} X_{ik} \Sigma X_{ik} - \Sigma \Delta Y_{ik} \Sigma X_{ik}^2}{(\Sigma X_{ik})^2 - N_k \Sigma X_{ik}^2}, \quad k = 3, \dots, m.$$

Ошибки в величинах параметров $\{\tilde{\phi}_k, \tilde{\beta}_k\}_{k=3}^m$ вычисляются в соответствии с /19/.

Окончательные выражения для координат первых проволок G_k и углов поворотов θ_k для каждой k-й из совокупности m камер в XYZ системе будут иметь вид

$$G_1 = G_1^0, \quad G_2 = G_2^0, \quad \theta_1 = \phi_1, \quad \theta_2 = \phi_1 + \phi_2, \quad /22/$$

$$G_k = G_k^0 + \delta_k + \beta_k + \tilde{\beta}_k, \quad \theta_k = \phi_1 + \phi_k + \phi_k, \quad k = 3, \dots, m,$$

где G_k^0 - координата k-й плоскости, измеренная геодезическим способом; $\delta_k, \beta_k, \tilde{\beta}_k$ - координатные поправки к геодезическим измерениям, вычисленные программным способом. Смысл этих поправок пояснен выше; ϕ_1 - угол поворота первой опорной камеры в XYZ-системе, измеренный геодезическим способом, ϕ_2 - угол поворота второй опорной камеры в X'Y'Z'-системе, ϕ_k - угол поворота k-й камеры в X'Y'Z'-системе, ϕ_k - поправка к углу поворота k-й камеры в X'Y'Z'-системе.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ КОНСТАНТ КАМЕР, ПОВЕРНУТЫХ НА БОЛЬШИЕ УГЛЫ

При реконструкции многотрековых событий для выявления соответствия X- и Y-проекций отдельного трека своему пространственному образу используется информация с нескольких камер, каждая из которых повернута вокруг оси OZ на некоторый угол α .

Геометрические константы повернутых камер определяются с помощью восстановленных треков пучковых частиц, проходящих через всю установку.

Определим систему координат VUZ. Ось OV, параллельная первой сигнальной проволоке повернутой камеры R, центры систем XYZ и VUZ совпадают, а оси OX и OV составляют угол α /на пример 45°/.

Найдем предварительно X- и Y-проекции трека пучковой частицы, зарегистрированной в i-м событии некоторой совокупностью камер, расположенных вблизи повернутой.

Вычислим координаты пересечения трека с плоскостью повернутой камеры

$$X_{iR} = a_{xi} z_R + b_{xi}, \quad Y_{iR} = a_{yi} z_R + b_{yi}, \quad /23/$$

где z_R — Z — координата повернутой камеры.

В системе VUZ координата точки трека будет иметь вид

$$u_{Ti} = X_{iR} \cos \alpha + Y_{iR} \sin \alpha. \quad /24/$$

Затем в некоторой области $u_{Ti} \pm \Delta / \Delta = 5 \pm 10$ мм/ ищется ближайшая к треку точка с координатой

$$u_{Si} = G_R^0 + s_R \left(r_{iR} + \frac{r_{iR} - 1}{2} \right) h_R, \quad /25/$$

где G_R^0 — оценка в VUZ — системе u -координаты первой сигнальной проволоки повернутой камеры R . Остальные обозначения те же, что и в формуле /2/.

Вычисляется разность $\Delta u_i = u_{Ti} - u_{Si}$. Далее уточнение величины G_R^0 выполняется по формулам /4/-/6/ путем усреднения Δu_i на нескольких тысячах событий.

ПРОЦЕДУРА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ КОНСТАНТ УСТАНОВКИ

Перед началом экспозиции установки в пучке заряженных частиц производится юстировка систем трековых детекторов и геодезические измерения их X -, Y - и Z -координат. Юстировка опорных камер осуществлялась с использованием теодолита с точностью отклонения проволок от вертикальной линии не более 0,4 мрад.

Вычисление поправок к геодезическим измерениям координат проволочных детекторов и годоскопов производилось в два этапа. На первом этапе при выключенном электромагните МС-12 и пустой мишени на магнитные ленты записывается информация о нескольких тысячах частиц. При этом пучковые частицы по прямолинейной траектории пересекают все трековые детекторы спектрометра вторичных частиц /ИПК₁₋₅, ПК₅₋₇, рис.1/. Из всей совокупности проволочных камер спектрометра вторичных частиц выбираются две опорные и с помощью методов, описанных выражениями /4/-/19/, определяется пространственное положение всех камер совокупности в единой системе координат (XYZ), связанной с центром магнита МС-12. На втором этапе вся совокупность проволочных детекторов разбивается на отдельные группы, информация с которых используется для восстановления определенных кинематических параметров реакции /1/.

В каждой из групп выбираются по две плоскости опорных камер, положение которых фиксируется в XYZ -системе координат. Для

каждой из групп, в соответствии с методом /20/-/22/, уточняется пространственное положение камер относительно выбранных опорных, для чего используется информация о реальных событиях реакции /1/. Процесс уточнения констант носит также итеративный характер и прекращается, когда

$$|G_k^{n+1} - G_k^n| \leq 0,1 \text{ мм}, \quad |\phi_k^{n+1} - \phi_k^n| \leq 0,4 \text{ мрад}. \quad /26/$$

Константы /22/, полученные с помощью описанной выше методики, обеспечивают необходимую точность привязки трековых детекторов относительно друг друга и к магнитному полю электромагнита МС-12.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

Описанная выше методика использовалась при восстановлении спектров недостающих масс к вторичному K^+ -мезону, образуемому в реакции /1/. Спектры были получены двумя способами: без учета углов поворотов камер и с учетом последних. При этом среднеквадратичные ширины пиков Σ^+ -гиперона составили 72 ± 2 МэВ и $54 \pm 1,5$ МэВ соответственно. Учет углов поворотом камер позволил уменьшить ширину пика на 25%.

Приведенная выше величина $\sigma_{\Sigma^+} = 54$ МэВ согласуется с расчетной величиной, полученной методом Монте-Карло с учетом разрешающих способностей экспериментальной установки /9/.

В экспериментах по изучению инклюзивного образования векторных мезонов на установке ГИПЕРОН /14,15/ геометрические константы трековых детекторов определялись по формулам /2/-/6/ и /23/-/25/. С использованием найденных констант были получены спектры эффективных масс $\pi^+\pi^-$, $K^+\pi^-$ и $K^+K^-\text{пар}$. В результате обработки спектров вычислены значения масс K^0 -, K^{*0} и ϕ -мезонов и среднеквадратичные ошибки распределений /см. таблицу/.

Таблица

Частица	$M_{эфф}$ (МэВ/с ²)	σ (МэВ/с ²)
K^0	$496,4 \pm 0,3$	2,6
K^{*0}	$897 \pm 1,3$	21
ϕ	$1020 \pm 0,8$	5,1

Из приведенных данных видно, что значения масс указанных частиц хорошо согласуются с их табличными значениями /16/.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей работе описана методика определения геометрических констант экспериментальной установки ГИПЕРОН. На основе разработанных алгоритмов создано программное обеспечение для определения констант установки.

Предложенная выше методика используется для определения пространственного положения детектирующей аппаратуры на спектрометре ГИПЕРОН. Найденные с ее помощью константы служат достижению главной цели: обеспечению высоких разрешающих способностей спектрометра при определении кинематических параметров заряженных частиц.

Созданное программное обеспечение ориентировано на специфику экспериментальной установки ГИПЕРОН. Однако общие принципы, а также алгоритмы, положенные в его основу, могут быть с успехом использованы для определения геометрических констант экспериментальных установок, подобных спектрометру ГИПЕРОН.

В заключение авторы благодарят Ю.А.Будагова, В.Б.Флягина и В.М.Кутына за постановку задачи, постоянное внимание к данной работе и ряд ценных советов, Н.А. Русаковича, В.И.Белоусова, С.А.Акименко и В.М.Маниева за многократные полезные обсуждения проблемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Говорун Н.Н. и др. ОИЯИ, P5-5397, Дубна, 1970.
2. Вестергомби Д. и др. ОИЯИ, P10-7284, Дубна, 1973.
3. Аматыни Ц.А. и др. ИФВЭ, 82-142, Серпухов, 1982.
4. Дзелядин Р.И. и др. ИЯФЭ, 84-70, Серпухов, 1984.
5. Антюхов В.Л. и др. ОИЯИ, P13-84-562, Дубна, 1984.
6. Виноградов В.Б. и др. ОИЯИ, 13-84-805, Дубна, 1984.
7. Электрофизическая аппаратура промышленного изготовления /справочник/. Госатомиздат, М., 1963, с.64.
8. Акименко С.А. и др. ОИЯИ, P13-80-155, Дубна, 1980.
9. Акименко С.А. и др. ОИЯИ, 1-8948, Дубна, 1975.
10. Виноградов В.Б. и др. ОИЯИ, P1-83-390, Дубна, 1983.
11. Одинцов В.Г. ОИЯИ, P5-82-544, Дубна, 1982.
12. Одинцов В.Г. ОИЯИ, 11-82-627, Дубна, 1982.
13. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. "Наука", М., 1977, с.708.
14. Кульчицкий Ю.А. и др. ОИЯИ, B1-1-83-137, Дубна, 1983.
15. Бицадзе Г.С. и др. ОИЯИ, 1-83-895, Дубна, 1983.
16. Review of Particle Properties. Particle Data Group. CERN, Geneva, 1984.

Рукопись поступила в издательский отдел
4 февраля 1985 года.

Виноградов В.Б. и др.

P10-85-77

Методика определения геометрических констант установки ГИПЕРОН

Описана методика и приведены эффективные алгоритмы для определения геометрических констант экспериментальных установок, в которых в качестве трековых детекторов используются проволочные камеры. Применение разработанной методики на установке ГИПЕРОН позволило обеспечить высокие разрешающие способности спектрометра вторичных частиц по их кинематическим параметрам. Существенным явилось определение углов поворотов проволочных детекторов вокруг продольной оси установки. Учет этого эффекта привел к повышению реальной точности определения кинематических параметров изучаемых реакций на 20%. Совокупность процедур и алгоритмов, предложенных для определения пространственного положения трековых детекторов, может быть успешно использована на экспериментальных установках, подобных спектрометру ГИПЕРОН.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1985

Перевод О.С.Виноградовой

Vinogradov V.B. et al.

P10-85-77

Methods of Determination of HYPERON Spectrometer Geometrical Constants

The methods and efficient algorithms for geometrical constant determination of experimental facilities which use wire chambers as track detectors are described. Application of these methods under conditions of HYPERON spectrometer has provided a high resolution of the secondary particle spectrometer over kinematical parameters of the particles. Determination of track detector space orientation around longitudinal axis of the facility was also essential. Taking into account this effect has resulted in 20% improvement of real accuracy of kinematical parameters of particles in the reactions under study. Totality of subroutines and algorithms proposed for track detector space position determination could be successfully used in experimental facilities similar to HYPERON spectrometer.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1985