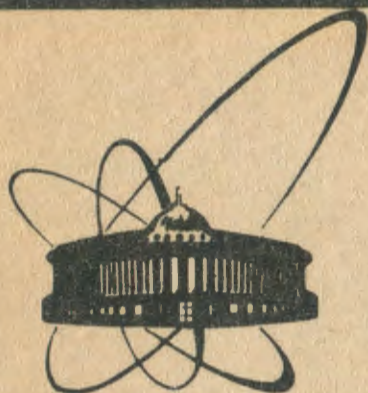


89-148



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

И 231

P10-89-148

И.М.Иванченко, П.В.Мойсенз

**ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ
ДЛЯ ДРЕЙФОВЫХ КАМЕР
УСТАНОВКИ "НЕЙТРИННЫЙ ДЕТЕКТОР"**

1989

Схематично дрейфовые камеры установки "Нейтронный детектор" /I/ можно представить в виде набора дрейфовых промежутков /см. рисунок / с четырьмя сигнальными элементами, позволяющими восстановить проекцию прямолинейного отрезка трека (стринг).

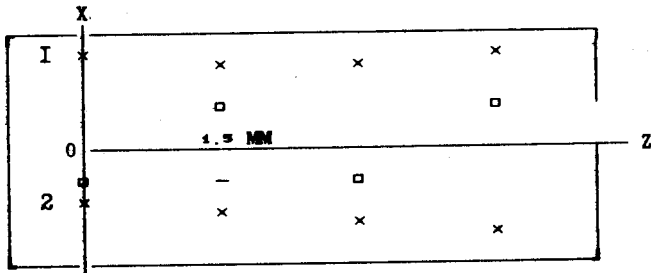


Схема дрейфового промежутка.

□ - сигнальные элементы.

× - зарегистрированные координаты стрингов.

Использование дрейфовых камер в экспериментальных установках требует нахождения передаточной функции

$$x = P + s \cdot f(t), \quad (I)$$

где P - положение сигнального элемента в некоторой декартовой системе координат XOZ,

s - направление дрейфа (от точки прохождения частицы до сигнального элемента),

f(t) - преобразование (вообще говоря - нелинейное) от времени дрейфа t к расстоянию до сигнального элемента.

Экспериментальные исследования дрейфовых камер указывают на то, что интервал изменения t можно разделить на небольшое количество подынтервалов, в каждом из которых передаточную функцию (I) можно записать как

$$x = P + s \cdot v \cdot (t - r),$$

где v - скорость дрейфа электронов,

r - смещение оценки t (пьедестал электроники).

Для различных экспериментальных условий существует разнообразие методы определения параметров s, v, r^{1/2-7/}. В данной работе

предлагается экономичная процедура определения состоятельных оценок параметров v, r для каждого сигнального элемента дрейфового промежутка.

В основе предлагаемого метода лежит развитие идеи, предложенной в работе^{4/}. Передаточные функции для сигнальных элементов дрейфового промежутка имеют вид

$$x = s \cdot v \cdot t + s \cdot R \cdot P$$

(Здесь для простоты $v \cdot r = R$).

Условие того, что координаты стринга лежат на прямой, выражается формулой

$$x_i = (1 - k_1) \cdot x_1 + k_1 \cdot x_4, \\ k_i = \frac{z_1 - z_i}{z_4 - z_1}, \quad i = 2, 3.$$

Искомые параметры v, R, c с учетом измерительных ошибок, найдем из условия минимума функционала

$$F = \sum_{j=1}^N \sum_{i=2}^3 (s_{ij} v_i t_{ij} + s_{ij} R_i + P_i - (1 - k_1)(s_{ij} v_1(t_{ij} + e_{1j}) + s_{ij} R_1 + P_1) - k_1(s_{4j} v_4(t_{4j} + e_{4j}) + s_{4j} R_4 + P_4))^2, \quad (2)$$

где N - число зарегистрированных стрингов, e_1, e_4 - некоррелированные случайные ошибки измерений (t_1, t_4) с нулевыми средними и дисперсиями D_1, D_4 .

Включение в функционал (2) e_1, e_4 является необходимым условием корректного применения метода наименьших квадратов. Игнорирование их приводит к потере свойства состоятельности оценок определяемых параметров. Из условия минимума (2) получим следующую систему уравнений:

$$\sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^4 (s_{ij} s_{1j} v_i (t_{ij} t_{1j} - e_{1j}^2) + s_{ij} s_{1j} R_i t_{1j}) c_{11} = - \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^4 P_i s_{1j} t_{1j} c_{11} \\ \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^4 (s_{ij} s_{1j} v_i t_{ij} + s_{ij} s_{1j} R_i) c_{11} = - \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^4 P_i s_{1j} c_{11}, \quad (3)$$

где $i = 1, 2, 3, 4$, c_{11} - элементы матрицы C ,

$$C = \begin{bmatrix} -(1-k_2)^2 - (1-k_3)^2 & (1-k_2) & (1-k_3) & -k_2(1-k_2) - k_3(1-k_3) \\ -(1-k_2) & 1 & 0 & -k_2 \\ -(1-k_3) & 0 & 1 & -k_3 \\ -k_2(1-k_2) - k_3(1-k_3) & k_2 & k_3 & -k_2^2 - k_3^2 \end{bmatrix}$$

Анализ системы (3) показывает, что в случае, когда

а) все P_i равны между собой ($i = 1, 2, 3, 4$)

либо

б) все $\sum_{i=1}^4 s_{ij} R_i c_{11}$ равны между собой ($j = 1, 2, \dots, N$),

решение определяется неоднозначно. Для широкого класса реалистичных условий эксперимента удается определить все v_i (даже если они различны), а также два из четырех R_i , задав оставшиеся два (можно определить значения линейных комбинаций из R_i без предварительного задания каких-либо R_i , что вполне достаточно для задачи поиска стрингов).

Для тестирования предложенной методики было смоделировано 6000 стрингов для конфигурации сигнальных элементов, представленной на рисунке. Рассматривались стринги, зарегистрированные выше и ниже сигнальных элементов (на рисунке отмечены цифрами 1 и 2). В этом случае система (3) принимает вид

$$\sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^4 v_i t_{ij} t_{1j} c_{11} - N v_1 D_1 c_{11} + \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^4 R_i t_{1j} c_{11} = - \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^4 P_i s_{1j} t_{1j} c_{11} \\ \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^4 v_i t_{ij} c_{11} + \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^4 R_i c_{11} = - \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^4 P_i s_{1j} c_{11}, \quad (4)$$

где $i = 1, 2, 3, 4$.

Значения D_1 могут быть заданы как априорные характеристики сигнальных элементов либо могут быть вычислены, например, по методике^{4/}.

В случае, когда

$$|N v_1 D_1 c_{11}| \ll \left| \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^4 P_i s_{1j} t_{1j} c_{11} \right|,$$

поправкой, связанной с дисперсией D_1 , можно пренебречь. На этапе моделирования выбраны следующие значения скоростей дрейфа для сигнальных элементов (1., 0.98, 0.98, 1.) и значения $D_1 + D_4$ ($1 \text{ мм}^2, .25 \text{ мм}^2$). При этом найдено, что для случая дисперсий 1 мм^2 , без учета вклада дисперсий в системе (4), $(v_1 + v_4) - (0.62, 0.60, 0.61, 0.62)$, для случая дисперсий $.25 \text{ мм}^2 - (0.87, 0.85, 0.85, 0.87)$, с учетом вклада соответственно (0.98, 0.96, 0.96, 0.98) и (0.995, 0.974, 0.974, 0.994). По этой методике на ЭВМ ЕС-1061 в рамках геометрической программы для установки "Нейтронный детектор" (GRAND) была обработана экспериментальная информация (космический триггер).

Следует отметить, что данная методика применима для любого числа сигнальных элементов m , для этого в системе (3)

$$\sum_{i=1}^4 \text{ необходимо заменить на } \sum_{i=1}^m, \text{ а матрицу } C \text{ на}$$

$$C = \begin{pmatrix} -\sum_{i=2}^{m-1} (1-k_1)^2, (1-k_2), (1-k_3), \dots, (1-k_{m-1}), -\sum_{i=2}^{m-1} k_1(1-k_1) \\ -(1-k_2) & 1 & 0 & \dots & 0 & -k_2 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ -(1-k_{m-1}) & 0 & 0 & \dots & 1 & -k_{m-1} \\ -\sum_{i=2}^{m-1} (1-k_1)k_1, k_2 & k_3 & \dots & k_{m-1} & -\sum_{i=2}^{m-1} k_1^2 \end{pmatrix}$$

Литература

1. Бараш Л.С. и др. В кн.: Материалы V Рабочего совещания по нейтринному детектору ИФВЭ-ОИЯИ. ОИЯИ, Д1, 2, 13-84-332, Дубна, 1984, с.108.
2. Говорун Н.Н. и др. ОИЯИ, Р13-9349, Дубна, 1975.
3. Горбунов В.К. и др. Препринт ИЯИ АН СССР, П-0103, 1978.
4. Гергеж Э. и др. ОИЯИ, 10-11210, Дубна, 1978.
5. Filatova N.A. et al. Nucl. Instr. and Meth., 1977, 143, p.17.
6. Яцуванко Д.А. ОИЯИ, Р1-86-151, Дубна, 1986.
7. Беликов С.В. и др. В кн.: Материалы V Рабочего совещания по нейтринному детектору ИФВЭ-ОИЯИ. ОИЯИ, Д1, 2, 13-88-90, Дубна, 1988, с.58.

Рукопись поступила в издательский отдел
7 марта 1989 года.