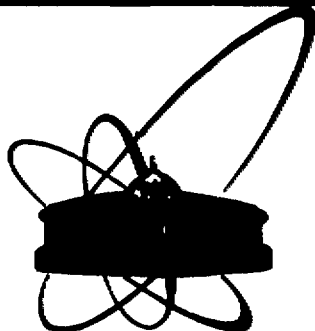


810910.26.75



**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

P10-89-148

И.М.Иванченко, П.В.Мойсез

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

1989

Схематично дрейфовые камеры установки "Найтринный детектор" /1/ можно представить в виде набора дрейфовых промежутков /см. рисунок / с четырьмя сигнальными элементами, позволяющих восстановить проекцию прямолинейного отрезка трека (стринг).

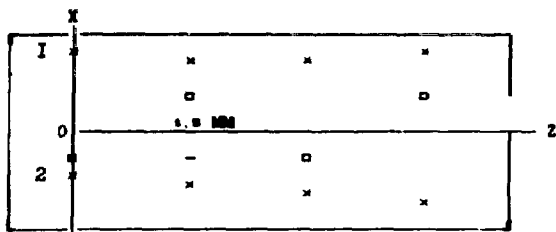


Схема дрейфового промежутка.

□ - сигнальные элементы.

× - зарегистрированные координаты стрингов.

Использование дрейфовых камер в экспериментальных установках требует нахождения передаточной функции

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

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

a - 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 существуют разнообразные методы определения параметров s, v, r^{1/2-7/}. В данной работе

предлагается эмпирическая процедура определения состоятельности оценок параметров v, r для каждого сигнального элемента дрейфового промехотка.

В основе предлагаемого метода лежит решение идеи, предложенной в работе /4/. Передаточные функции для сигнальных элементов дрейфового промехотка имеют вид

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

(Здесь для простоты $v, r \in R$).

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

$$x_i = (1 - k_i) \cdot x_1 + k_i \cdot x_4$$

$$k_i = \frac{x_i - x_1}{x_4 - x_1}, \quad i = 2, 3.$$

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

$$F = \sum_{j=1}^N \sum_{i=2}^3 (s_{1j} v_1 t_{1j} + s_{1j} R_1 + P_1 - (1 - k_i)(s_{1j} v_1 (t_{1j} + \epsilon_{1j}) + s_{1j} R_1 + P_1) - k_i (s_{4j} v_4 (t_{4j} + \epsilon_{4j}) + s_{4j} R_4 + P_4))^2, \quad (2)$$

где N - число зарегистрированных стрингов,
 ϵ_1, ϵ_4 - некоррелированные случайные ошибки измерений (t_1, t_4)
 с нулевыми средними и дисперсиями D_1, D_4 .

Вычисление в функционал (2) ϵ_1, ϵ_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:

$$\sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^4 (s_{1j} s_{1j} v_1 (t_{1j} t_{1j} - \sigma_{11}^2 \epsilon_{1j}^2) + s_{1j} s_{1j} R_1 t_{1j}) c_{1i} = - \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^4 P_1 s_{1j} t_{1j} c_{1i}$$

$$\sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^4 (s_{1j} s_{1j} v_1 t_{1j} + s_{1j} s_{1j} R_1) c_{1i} = - \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^4 P_1 s_{1j} c_{1i}, \quad (3)$$

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

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

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

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

либо

б) все $\sum_{i=1}^4 a_{ij} R_i c_{1i}$ 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 две 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

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

$$\sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^4 v_i t_{ij} c_{1i} + \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^4 R_i c_{1i} = - \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^4 P_i s_j c_{1i}.$$

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

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

поправкой, связанной с дисперсией D_1 , можно пренебречь. На этапе моделирования выбраны следующие значения скоростей дрейфа для сигнальных элементов ($I_1, 0.98, 0.98, 1.$) и значения $D_1 + D_4$ ($1 \text{ мкс}^2, .25 \text{ мкс}^2$). При этом известно, что для случая дисперсий 1 мкс^2 , без учета выклада дисперсий в системе (4), $(v_1 + v_4) = (0.62, 0.60, 0.61, 0.62)$, для случая дисперсий $.25 \text{ мкс}^2$, $(0.87, 0.85, 0.85, 0.87)$, с учетом выклада соответственно $(0.98, 0.96, 0.96, 0.98)$ и $(0.996, 0.974, 0.974, 0.994)$. По этой методике на ЗЕМ 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 n , для этого в системе (3)

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

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

Литература

1. Барсбаш Л.С. и др. В кн.: Материалы V Рабочего совещания по нейтронному детектору ИВЭЗ-ОИЯИ. ОИЯИ, Д1, 2, 13-84-332, Дубна, 1984, с.108.
2. Голорун Н.Н. и др. ОИЯИ, Р13-9349, Дубна, 1976.
3. Горбунов В.К. и др. Препринт ИЯИ АН СССР, П-0103, 1978.
4. Герген Э. и др. ОИЯИ, 10-11210, Дубна, 1978.
5. Filatova N.A. et al. Nucl. Instr. and Meth., 1977, 143, p.17.
6. Яцуненко В.А. ОИЯИ, Р1-86-151, Дубна, 1986.
7. Беликов С.В. и др. В кн.: Материалы V Рабочего совещания по нейтронному детектору ИВЭЗ-ОИЯИ. ОИЯИ, Д1, 2, 13-88-90, Дубна, 1988, с.58.

Рукопись поступила в издательский отдел

7 марта 1989 года.

Иванченко И.М., Мойсена П.В.

P10-89-148

Об одном методе определения параметров передаточной функции для дрейфовых камер установки "Нейтронный детектор"

Предлагается экономичный метод определения несмещенных оценок параметров дрейфовых камер: скорость дрейфа V , задержка старта K . Проверка по методу Монте-Карло, а также по результатам экспериментальной информации дала положительные результаты.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1989

Перевод О.С.Виноградовой

Ivanchenko I.M., Mojsens P.V.

P10-89-148

On a
[About One] Method for Determining the Transmission Function Parameters for Drift Chambers of "Neutrino Detector" Set Up

The economic method for definition of unbiased estimates of drift chamber parameters (drift velocity - V , start *с. delay* signal - K) is presented. The method has been successfully tested by Monte-Carlo and experimental data analysis.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1989

10 коп.

Редактор Т.Я.Жабицкая. Макет Н.А.Киселевой.

Подписано в печать 17.03.89.

Формат 60х90/16. Офсетная печать. Уч.-изд.листок 0,64.

Тираж 450. Заказ 41787.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.
Дубна Московской области.